



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Manresa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Trabajo Final de Grado

DISEÑO DE UNA PISCINA DE ENTRENAMIENTO Y/O RECUPERACIÓN UNIPERSONAL CON CORRIENTE DE AGUA FORZADA

Grado en Ingeniería Mecánica

Curso 15/16

Autor: Diana Rodríguez Chacón

Tutor: Jordi Vives Costa

Data: 14 de octubre del 2016

Localidad: UPC Manresa

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Finalidad	5
1.2 Propósito	5
1.3 Alcance	6
2. HIDROTERAPIA	7
2.1 ¿Qué es la hidroterapia?	7
3. PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA.....	7
3.1 Principios mecánicos	7
3.1.1 Factores hidrostáticos	7
3.1.2 Factores hidrodinámicos	9
3.2 Principios térmicos	10
3.2.1 Convección	11
4. HISTORIA DE LA HIDROTERAPIA.....	11
5. CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS HIDROTERMALES.....	14
6. TERAPIA EN PISCINAS	15
6.1 Tanque.....	15
6.2 Piscinas	15
7. DIFERENCIA ENTRE HIDROLOGÍA MEDICA E HIDROTERAPIA.....	17
8. BENEFICIOS E INCONVENIENTES DE LA HIDROTERAPIA	18
8.1 Beneficios	18
8.1.1 Efectos fisiológicos	18
8.1.2 Efectos terapéuticos.....	19
8.2 Inconvenientes	20
9. COMPONENTES BÁSICOS DE UNA PISCINA.....	20
9.1 Equipo de filtración	20
9.2 Material para el vaso.....	23
9.3 Dosificación y control	24
9.4 Climatización	24
10. DISEÑO DE LA PISCINA	25
10.1 Requisitos	25
10.2 Especificación de requisitos básicos de la piscina.....	25
11. DISEÑO	29

11.1 Dimensiones del vaso.....29

11.2 Plataforma.....33

11.3 Sistema mecánico.....36

11.4 Circuito hidráulico.41

12. PRESUPUESTO45

13. CONCLUSIÓN46

14. BIBLIOGRAFÍA.....47

Anexos.....49

Anexo I.....50

Anexo II.....54

Anexo III.....55

Anexo IV.....63

RESUMEN

La finalidad de este proyecto de fin de Grado ha sido el diseño de una piscina enfocada al ámbito terapéutico, se ha hecho el diseño de la parte mecánica y del circuito hidráulico.

La piscina constará de una plataforma elevable, de esta manera se facilita la inmersión a personas que sufran alguna discapacidad. Todas las piscinas que tienen este tipo de plataforma normalmente funcionan mediante pistones hidráulicos, en este proyecto en vez de emplear los pistones se ha diseñado un mecanismo mediante tambores. La plataforma tendrá unos cables de acero que irán hasta el tambor y se enrollarán, de esta manera puede elevarse, todo esto está accionado por un motor paso a paso.

Se ha tenido en cuenta unos factores de seguridad impuestos por diferentes normativas y se ha realizado una serie de cálculos para comprobar el que sistema funcione.

En cuanto al sistema del circuito hidráulico, no tiene nada innovador respecto a las piscinas ya existentes, puesto que hay que regirse a una normativa.

ABSTRACT

The target of this final project degree, is to design a pool focused on a therapeutic ambit. The mechanic design and the hydraulic circuit has been made.

The pool will feature a liftable platform, this way facilitates immersion to people who suffer some disability. Every pool incorporates this type of platform, they normally work by hydraulic pistons. In this project instead of using the pistons, a different mechanism has been developed. A mechanism by drums. The platform will be constructed with stainless ropes that will go till the drum to roll up. This manner the platform could be elevated, all this is asociated to a motor step by step. Security factores have been taken into account, because of the normatives imposed. A serie of calculations were realized to prove that the system works.

The hydraulic circuit system does not have any innovation respect to other pools existing, due to the normative to which must be governed.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el ritmo de vida de la sociedad origina múltiples factores que son negativos para la salud, cada vez se adquiere un ritmo de vida más acelerado, lo cual provoca sueño, tensiones nerviosas, falta de movimiento, y otros muchos factores que hacen que la persona sea vulnerable a padecer enfermedades.

El medio acuático es el ideal para frenar o curar estas enfermedades, las técnicas de curación por medio del agua se remontan hasta el 2400 a.C, pero no fue hasta finales del siglo XIX cuando se empezaron a poner en práctica los tipos de ejercicios en el agua. El desarrollo del tanque de Hubbard en el 1920 marco el ejercicio terapéutico moderno, al permitir que la terapia acuática se llevase a un terreno clínico controlado. Loeman y Roen en el 1924 estimularon el interés por la terapia de piscina, no obstante este tipo de terapia ha adquirido su status recientemente.

La terapia acuática no está muy extendida en España, pese a los beneficios que aporta. Según Javier Güeita, profesor de la *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, el problema es que faltan piscinas que estén integradas en el hospital, que se mantenga y que se invierta en las instalaciones, ese es el principal hándicap para su desarrollo.

Hoy en día las instalaciones acuáticas son imprescindibles para la rehabilitación. Esto es debido a las propiedades físicas del agua y los efectos derivados de la inmersión del organismo que aportan energía mecánica o térmica a la superficie corporal provocando una serie de respuestas en el organismo que tendrán un valor desde el punto de vista terapéutico.

1.1 Finalidad

El objetivo de este trabajo es conseguir una piscina de rehabilitación o entrenamiento para gente discapacitada, que sea práctica y accesible para cualquier tipo de persona, ya sea un niño o un adulto. A parte de esto, que también pueda contar con un propulsor de agua, para poder nadar sin la necesidad de tener una piscina de gran dimensión.

1.2 Propósito

Las piscinas de entrenamiento/rehabilitación proporcionan una mejor recuperación para el paciente. El propósito que se quiere conseguir, es una piscina que tenga más de un uso, como dice el tema del proyecto es una piscina contracorriente, aparte de tener este sistema, se añadirán otras características para que sea mucho más eficiente.

Una de las características es: que tenga una profundidad regulable sin necesidad de regular el caudal del agua, para que sea proporcional con la altura del paciente, por lo tanto será adaptable para cualquier edad.

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

Se propone como objetivo que este tipo de piscina a pesar de tener todos los complementos, que pueda ser asequible económicamente para cualquier centro y que ocupe el menos espacio posible.

1.3 Alcance

El alcance de este proyecto es diseñar y calcular todas las partes que tiene una piscina, e incorporar un sistema para que la piscina tenga un fondo móvil.

2. HIDROTERAPIA

2.1 ¿Qué es la hidroterapia?

El término hidroterapia hace referencia tanto a la aplicación de agua sobre la superficie corporal buscando las acciones mecánicas y térmicas derivadas de la aplicación de agua a presión y de calor o frío sobre el organismo, como a la inmersión en el agua utilizando los efectos de la flotación y presión hidrostática.

3. PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA

Las propiedades físicas del agua y los efectos derivados de la inmersión del organismo van aportar energía *mecánica* o *térmica* a la superficie corporal provocando una serie de respuestas en el organismo que tendrán valor desde el punto de vista terapéutico.

3.1 Principios mecánicos

Un cuerpo al sumergirse en el agua experimenta unas fuerzas inherentes a la inmersión que son dadas por los **factores hidrostáticos e hidrodinámicos**.

3.1.1 Factores hidrostáticos

Existen una serie de factores físicos directamente relacionados con la inmersión de un cuerpo dentro de un fluido.

Presión hidrostática: es la presión que se produce por el choque de las moléculas de un fluido sobre la superficie de todas las partes de un cuerpo inmerso. Es el factor más importante y base del principio de Arquímedes.

La presión hidrostática es directamente proporcional a la densidad del líquido y a la profundidad de la inmersión.

La presión será mayor cuanto más profundidad, todos los puntos situados a la misma altura tienen la misma presión.

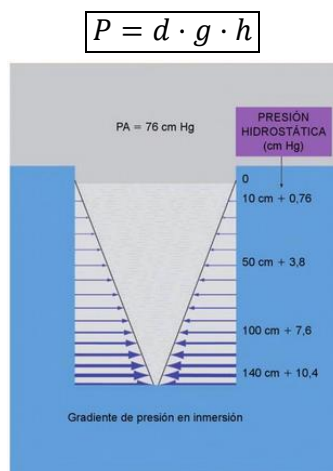


Imagen 1: Esquema presión hidrostática

Flotabilidad es fuerza opuesta a la gravedad. Las personas pesan aproximadamente un 10% menos en el agua por lo que el peso a mover es menor. Esta fuerza acompaña a los movimientos a pesar de que exista algún dolor o debilidad muscular.

La flotabilidad está relacionada con la profundidad y la gravedad específica. La gravedad específica de una persona es su densidad respecto a la del agua, equivale casi a 1g/cm^3 , con lo cual todo lo que sea superior a esto se hunde.

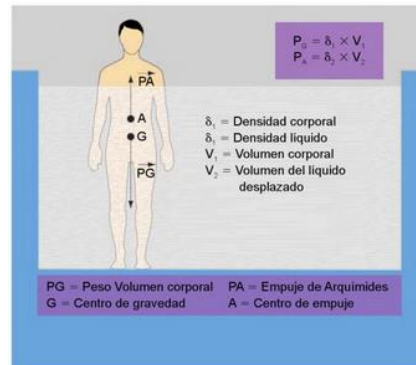


Imagen 2: Principio de flotación

Peso aparente

El peso aparente es la diferencia entre la fuerza de flotación y el peso propio de un cuerpo, este depende del nivel de inmersión.

$$P_{aparente} = P_{real} - P_{fluido}$$

El peso aparente no solo depende de la cantidad del cuerpo sumergido, también depende de la densidad de otras partes sumergidas, ya que no todas las partes de nuestro cuerpo tienen la misma densidad.

Músculo	1.052 gr/cm ³
Hueso	1.800 gr/cm ³
Grasa	0.938 gr/cm ³

Tabla 1: Densidad diferentes partes del cuerpo

Además de variar por estos factores, también viene determinado por la respiración, sexo, edad y la capacidad vital. En la *imagen3* se observa como varia el peso según la inmersión.

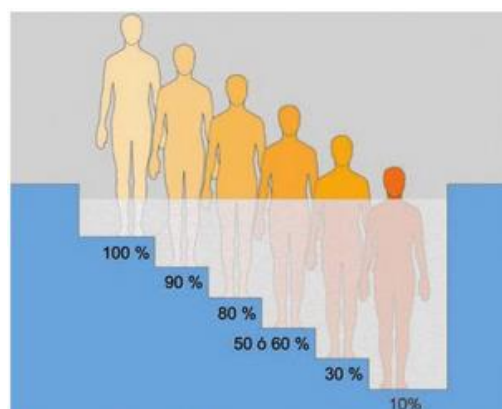


Imagen 3: Gráfico peso aparente

3.1.2 Factores hidrodinámicos

Los factores hidrodinámicos hacen referencia a los factores facilitan u oponen resistencia al movimiento dentro del agua y con lo cual aporta una progresión en los ejercicios, un cuerpo dentro del agua produce resistencia (hidrodinámica) que no opone al movimiento, la cual depende de los factores:

R= resistencia hidrodinámica

K= constante que depende de la naturaleza del medio

$$R = k \cdot S \cdot \sin \alpha \cdot v^2$$

S= superficie del cuerpo

α = ángulo de ataque

V= velocidad

K: conjunto de factores intrínsecos al fluido son:

Tensión superficial: se define como el conjunto de fuerzas que una superficie líquida ejerce en su entorno, perpendicularmente a él, tangenciales a la superficie y dirigidas hacia el seno de la superficie. Actúa como una resistencia al movimiento cuando una extremidad es sumergida parcialmente, pues la tensión se rompe con el movimiento.

Es más fácil movilizar un cuerpo totalmente, sumergido que otro que lo está parcialmente; en el segundo caso hay que romper la película de tensión superficial.

La tensión superficial disminuye a medida que elevamos la temperatura del agua, por lo tanto cuando mayor sea la temperatura menor será el esfuerzo a realizar de un cuerpo parcialmente sumergido.

Viscosidad, la viscosidad de un fluido indica el movimiento relativo entre sus moléculas, debido a la fricción o rozamiento entre las mismas, y se puede definir como la propiedad que determina la cantidad de resistencia opuesta a las fuerzas cortantes, así que cuanto más viscoso sea un líquido, más resistencia opone a un movimiento en él.

Es importante destacar la influencia de la temperatura en la diferencia de comportamiento de la viscosidad de un líquido y la de un gas. El aumento de temperatura incrementa la velocidad de un gas y la disminuye en un líquido. Esto se debe a que, en un líquido predominan las fuerzas de cohesión, que están entre las moléculas, por lo cual la cohesión suele ser la causa predominante en la viscosidad.

Fuerza de cohesión: la cohesión de un líquido es la fuerza de atracción ejercida por cada molécula a las que le rodean, es decir la resistencia de cualquier objeto a que pase por el líquido.

En el agua la fuerza de cohesión es elevada por causa de los puentes de hidrógeno que mantienen las moléculas fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido prácticamente incomprensible.

Densidad, la densidad de un cuerpo es la relación que existe entre la masa del mismo dividida por su volumen, las variables que influyen en su comportamiento son la:

- Temperatura: al incrementar la temperatura disminuye la densidad
- Salinidad: al incrementar la salinidad disminuye la densidad

También influyen los siguientes factores que no dependen del fluido, sino del cuerpo que está sumergido (S)

Superficie del cuerpo: cuanto mayor es la superficie, mayor es el movimiento.

Ángulo de ataque: se realiza con el movimiento formado por el cuerpo y la horizontal del fluido. La resistencia máxima se producirá cuando una superficie corporal esté perpendicular al plano de deslizamiento del fluido, a medida que se disminuya el ángulo el desplazamiento se producirá con más facilidad, de tal manera que cuando la superficie esté paralela a la del líquido el movimiento será menos difícil.

Velocidad del desplazamiento: es la diferencia que se produce entre la velocidad del agua y la del cuerpo, cuando este se desplaza.

Si el agua de una piscina no experimenta ningún movimiento, la velocidad de desplazamiento es la del cuerpo, y la resistencia al movimiento es proporcional al cuadrado de la velocidad.

Cuando el agua de una piscina sufre algún tipo de movilización por distintos mecanismos, ya sean corros o turbinas, que producen distintas direcciones o sentidos de movimiento, esta proporción cambia.

Cuando un cuerpo se mueve dentro del agua se crea un gradiente de presión entre la zona anterior del cuerpo, donde la presión es máxima, y en la posterior es mínima. Este gradiente de presión provoca un flujo del agua hacia atrás, con efecto succionador, y por tanto una turbulencia que dificulta el cambio de sentido del desplazamiento.

Estas resistencias producidas por las turbulencias y el flujo de aspiración, que se producen en la zona de mínima presión del cuerpo, que a la vez es una resistencia al movimiento, se utilizan en las terapias de reeducación.

3.2 Principios térmicos

El agua es un excelente medio para aportar o restar calor al organismo. Las dos propiedades físicas más importantes, desde el punto de vista de la hidroterapia, son la *calor específico* y la *conductividad térmica*.

- **Calor específico:** es la cantidad de calor que es necesario aportar a un gramo de masa de un cuerpo para elevar un grado su temperatura, lo que significa que es necesaria una gran cantidad de energía calorífica para cambiar su temperatura. De esta capacidad de mantener su temperatura se deriva su capacidad de proteger a todos los sistemas biológicos de los cambios bruscos de temperatura que se producen, actuando como amortiguador térmico.
- **Conductividad térmica** es la velocidad de transferencia del calor y se define como la cantidad de calor, en calorías, que pasa en un segundo desde un foco situado a un centímetro a través de una lámina con área y espesor del valor de la unidad con un gradiente de temperatura de 1 °C entre ambas caras.

El agua en estado líquido tiene una conductividad térmica elevada, por lo que es una buena conductora del calor.

- **Transferencia térmica**

En el cuerpo humano existen cuatro tipos de modos para propagar el calor.

1. Conducción
2. Convección
3. Evaporación
4. Radiación

Cuando un cuerpo está sumergido en el agua la energía térmica se intercambia mediante dos mecanismos: convección y conducción, el mecanismo más importante para la inmersión es la convección.

En el caso de la disipación de calor mediante la evaporación y la radiación tendrán lugar solamente en zonas corporales no sumergidas.

3.2.1 Convección

Es la forma de transferencia de calor se produce con líquidos en movimiento; la cesión de calor se hace entre partes del fluido que están más calientes, al ponerse en contacto con otras que están más frías, creando corrientes ascendentes y descendentes.

El desplazamiento del líquido se produce cuando existe un cambio en la masa de los volúmenes donde se intercambia el calor.

El agua en contacto con la superficie corporal se calienta, su masa de volumen disminuye y asciende, es sustituida por otra masa de agua más fría y se vuelve a iniciar el ciclo.

Cuando una persona se mueve o cuando se crean turbulencias esta transferencia de calor se produce más rápido.

4. HISTÓRIA DE LA HIDROTERAPIA

El uso terapéutico del agua es conocido desde la antigüedad, en todas las épocas y civilizaciones se ha hecho uso de la misma, reconociéndose su importancia desde el punto de vista terapéutico.

Si se remonta en la **antigua Grecia** Ulises en la Odisea hablaba de los placeres de los baños termales. De la diosa griega del mar Tetis nacieron los ríos y las fuentes.

En esta época los balnearios se denominaban asclepias, de Asclepio, dios de la medicina. Eran lugar de peregrinación para muchos enfermos, que eran tratados por sacerdotes que aplicaban distintas técnicas de hidroterapia. Estos templos de curación se construían en zonas termales consideradas benditas por los dioses, la fe era la base de la curación.

Pero para Hipócrates la fe no era razón suficiente para la curación, en la cual esta se remediaba por medio del agua, vida sana, la luz, masajes y tranquilidad psíquica. Hipócrates consideraba la hidroterapia como método terapéutico de primer orden, utilizando el agua fría para dolores articulares, procesos inflamatorios, contracturas musculares, el agua de mar para erupciones cutáneas, heridas simples o llagas infectadas, posiblemente el origen de la talasoterapia, y el agua caliente que según el debilitaba la musculatura y favorecía las hemorragias, la aplicaba

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

para espasmos musculares, insomnio, determinados dolores y curación de heridas y llagas purulentas.

Durante esa época las técnicas de aplicación eran muy variadas: chorros, baños de vapor, compresas húmedas calientes, aplicaciones de barro y fango, todas ellas utilizadas hoy en día en balnearios.

El culto a las aguas se consolida durante la **época romana**, influido por el gran impulso dado a la edificación de termas, casi todas las ciudades disponían de un establecimiento público, llegando a alcanzar estas instalaciones una capacidad de 3000 personas. Las termas romanas eran lugares de intercambio social, cultural y comercial que disponían de espacios dedicados a la diversión, además de tener una función terapéutica muy importante.

Las técnicas que empleaban eran similares a las griegas, buscando el equilibrio del cuerpo que estaba alterado causando la enfermedad, se aplicaba sobre todo para dolores reumáticos, aguas que curaban los ojos o que limpiaban las vísceras.

Durante la **edad media** se debe distinguir claramente entre el camino tomado por las distintas culturas. Los árabes y bizantinos asimilaron la medicina griega, propugnando la terapia física y reforzando, si cabe, el papel de los agentes físico en la prevención de la enfermedad.

En el Islam la hidroterapia conserva un prestigio considerable. Mahoma, muy interesado por la medicina, concede gran crédito a la higiene y cuidado corporales y se hace un adepto a la hidroterapia. Avicena (980-1037), el gran representante de la medicina hispanoárabe medieval, prescribía la balneoterapia y otros remedios naturales. Rhazes, que junto con Avicena está considerado como el más importante médico en lengua árabe.

En la España árabe se mantuvieron los usos terapéuticos del agua, y se reconstruyeron y mejoraron las instalaciones de la época roma. El médico y geógrafo al-Idrísî realiza una descripción de los baños de Alhama de Granada donde se trataban a los enfermos.

Pero no en todas las culturas se siguen estos preceptos. En la Europa cristiana la dimensión física corporal sufre una notable regresión. La educación cristiana incide a la renuncia de los bienes materiales se abandona el cuidado del cuerpo y la belleza. La medicina se centra en los monasterios, relegándose la hidroterapia al olvido. Durante esta época las plantas medicinales fueron los remedios más utilizados en la Europa occidental.

Cuando el imperio Romano comenzó a decaer el cristianismo inició su expansión e influencia sobre reyes y poblaciones, las autoridades religiosas que consideraban los baños como actividades perjudiciales para la moral, influyeron para que los balnearios fuesen destruidos y condenaron las costumbres balnearias como contrarias a la práctica religiosa, también quedo abolida como forma higiénica.

En el **Renacimiento** (XV y principios del XVI) supone una reacción contra el espíritu dogmático de la Edad Media. Se intenta resucitar en la cultura Europea los valores formales y espirituales de la antigüedad. El descubrimiento de la imprenta supone un factor imprescindible en este desarrollo, ya que favorece la aparición y difusión de los conocimientos sobre aguas mineromedicinales.

En España se fueron abriendo las nuevas costumbres muy poco a poco, como el médico Lobera de Ávila que describe el escaso uso del agua que practicaban los nobles españoles, donde aconsejaba el uso de esta.

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

Paulatinamente se fueron extendiendo por toda Europa noticias sobre las asombrosas curaciones que realizan algunas personas aplicando el agua como único remedio

Fue desde regiones anglosajonas donde se comenzó a impulsar la recuperación de la hidroterapia, y en países como Irlanda y otras regiones célticas se reconstruyeron baños y se revivieron las comunidades que alguna vez surgieron alrededor de los mismos.

En el siglo XVIII se publicaron varios libros relativos a esta terapia, y de esta manera su conocimiento se extendió de forma rápida, restaurando el estatus que alguna vez tuvo.

Ya hablando de hidroterapia moderna en el siglo XIX Vincent Priessnitz comenzó a difundir conocimiento sobre los beneficios medicinales de las curas e agua para enfermedades que se consideraban incurables. Fue así que comenzó a construir establecimientos donde se trataban, a partir del agua, enfermedades como neumonía, tifus, dolor de espalda o trastornos mentales y de ansiedad.

El monje Sebastian Kneipp continuó la obra de Priessnitz en su mismo siglo, publicando libros que sirvieron para incrementar las aplicaciones de hidroterapia en casos de enfermedades de diversa índole, y los métodos de Kneipp se hicieron mundialmente famosos. Fue así que el médico alemán Benedict Lust se trató con Kneipp, curando su tuberculosis.

Después de esta época empírica viene la etapa científica del termalismo, cuyo comienzo se puede situar en el siglo XIX y principios del XX, donde se aplicó por primera vez el método científico a los análisis de agua, en el cual Winternitz publica su obra la que sienta las bases fisiológicas de la hidroterapia, *Die hydrotherapie* que es la que da lugar al termalismo moderno.

En el siglo XX se amplía la utilización de los agentes físicos a diferentes problemas de salud, donde gracias al desarrollo de la tecnología y medicina, la fisioterapia se incremento en sus conocimientos básicos y aplicados.

En 1924, Lowman utiliza, con pacientes afectados de poliomielitis, ejercicios realizados en el agua y los denominó hidrogimnasia.

El ingeniero Hubbard construyó en 1928 un tanque que facilito la aplicación de tratamientos hidroterápicos, que sigue siendo hoy en día un recurso utilizado.

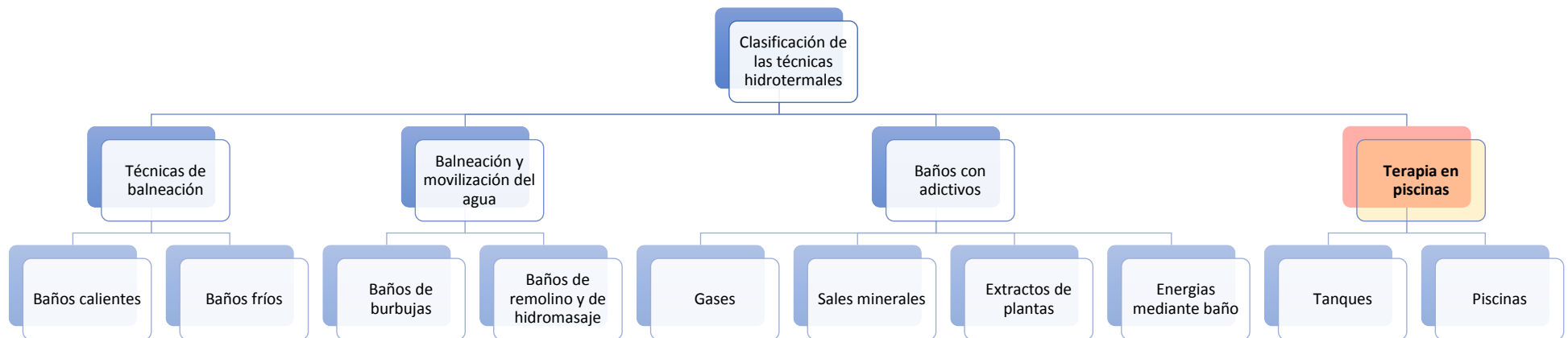
Con estas nuevas aportaciones la hidroterapia se abrió paso en instituciones desvinculada de los balnearios, siendo utilizada para el tratamiento de múltiples patologías, desde procesos neurológicos graves, hasta traumatología, reumatología, fisioterapia deportiva, etc..., y especialmente en todos aquellos aspectos que contemplasen una mejora de las capacidades físicas de las personas.

Por otro lado, a partir de la II Guerra Mundial, el uso de las aguas mineromedicinales entro en una fase de declive, no fue hasta el último cuarto del siglo que retornó la medicina natural, ya que se le dio importancia a prevenir enfermedades y la educación para la salud. La gente no solo acudía a los balnearios para curar sino, para prevenirlas y liberarse de la carga física y psíquica que genera la vida en las ciudades.

En el siglo XXI la acuaterapia, la hidrocinesiterapia y sus métodos especiales, ponen diariamente de manifiesto que son unos instrumentos indispensables para el tratamiento de múltiples patologías por parte de los fisioterapeutas. El diseño constante de nuevas y mejores técnicas hidroterápicas enriquece la práctica terapéutica, fortaleciendo más si cabe la hidroterapia y la balneoterapia.

5. CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS HIDROTERMALES

Para saber situarse en que especialidad del uso del agua como medio terapéutico se enfoca el proyecto, se ha realizado un esquema, en el cual se puede apreciar las diferentes técnicas aplicadas, no se entrará en detalle de las otras técnicas, solamente en la que se está trabajando, en el siguiente apartado se explicará minuciosamente (*la terapia en piscina y los tipos de tratamientos que existen*).



6. TERAPIA EN PISCINAS

Actualmente hay diferentes tipos de piscinas para la rehabilitación, para la realización de ejercicios terapéuticos en el agua existen múltiples clasificaciones.

En este tipo de terapia se combina la temperatura del agua y las fuerzas físicas de la inmersión con ejercicios terapéuticos. En la inmersión puede reeducarse la marcha, el equilibrio y la coordinación, antes que la fuerza muscular o la consolidación ósea sean completas.

La inmersión en si no es un fin, todo lo contrario es una etapa que ayuda al paciente a liberarse poco a poco en el medio acuático, para después hacerlo fuera del agua, es decir la verdadera finalidad de la terapia en el agua es salir con un poco más de soltura.

6.1 Tanque

Tanque de Hubbard o deTrébol: por su forma (trébol, cuadrada, mariposa, seta...) son bañeras especiales que permiten todos los movimientos subacuáticos posibles, sin que el fisioterapeuta tenga que estar dentro del agua, ya que el tanque llega más o menos a la altura de la cintura.

Habitualmente tienen 2.60m de largo; la parte de más ancha es de 2.15m que se aprovecha para los movimientos de gran amplitud de brazos y piernas, y la más estrecha de 80cm. La profundidad del agua es de 60-5 centímetros.

El paciente debe ser tratado directamente sobre el agua, que debe ser cambiada tras cada aplicación, o sobre un colchón neumático.



Imagen 4: Tanque de Hubbard

6.2 Piscinas

Piscinas colectivas de movilización: Debe tener como mínimo 2x2.5x6 para una persona. Debe tener una profundidad medida de 0.9-1.5m para hacer ejercicios de marcha, por lo que debe tener una longitud de 3m. En una piscina de 4x7 entran entre 4 y 6 pacientes a la

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

vez. Para la poner en práctica la rehabilitación en este tipo de piscina hacen falta accesorios que aumenten la flotabilidad y que generen resistencia por su flotabilidad,

Piscinas de marcha: Son utilizadas para el entrenamiento de la marcha mediante la inmersión decreciente.

En estas piscinas el suelo estará escalonado, con peldaños de profundidad decreciente de aproximadamente 60x10cm, separados unos de otros por barras paralelas de apoyo, los pasillos de marcha tienen por lo menos 3m de largo.

Existen otros tipos, a parte de la escalonada que son los tanques de fondo móvil, los cuales solamente existe un pasillo de marcha. Este tipo de tanque contiene una plataforma en el fondo, que se eleva o se sumerge a la profundidad deseada, para obtener inmersiones de mayor o menor profundidad.

Otro tipo es la piscina en forma de pasillo, en la que mediante una turbina se crea una corriente de agua y aire que ayuda o resiste el desplazamiento.



Imagen 5: piscina de marcha de escaleras



Imagen 6: Piscina de marcha de rampas

Cinta de correr acuática: Se trata de la utilización de una cinta andadora sumergida en el agua, lo que permite que el paciente pueda caminar a distintas velocidades bajo diferentes niveles de agua. En pacientes de pequeño tamaño, y con profundidad suficiente en el tanque, también se puede utilizar para la realización de ejercicios de natación simple.

Respecto al nivel del agua en la cinta, se debe considerar que la flexión de una articulación en una extremidad es mayor cuando el nivel del agua está a la misma altura o por encima de ésta. Por otro lado, tendremos en cuenta el porcentaje de peso perdido por el efecto de la flotación

Los beneficios que aporta este tipo de terapia es mayor flexión de las extremidades respecto a una cinta fuera del agua, mayor extensión de las extremidades respecto a la piscina, posibilita el trabajo a distintos niveles de agua, control de la velocidad del paso, produce estimulación propioceptiva al caminar sobre la cinta, permite intervenir al terapeuta y manipular al paciente sujetando las extremidades distalmente simulando el paso cuando el paciente camina sobre la cinta.

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada



Imagen 7: cinta de correr acuática

Piscinas de natación: estas piscinas para realizar la natación como terapia son similares a las piscinas deportivas. Deben tener la misma accesibilidad que las piscinas de movilización y de marcha, tiene incorporado un sistema de impulsores de agua que pueden ser generados por chorros o bien una reja. Es conveniente que tengan zonas profundas para poder ejercitar la marcha sin apoyo vertical.

Los accesorios más utilizados son las tablas de los pies, pull-boy, burbuja de corcho y gomas elásticas.



Imagen 8: Piscina con sistema de propulsión

7. DIFERENCIA ENTRE HIDROLOGÍA MEDICA E HIDROTERAPIA

Normalmente, entre los no especialistas existe una gran confusión en utilizar los términos Hidrología Médica (HM) e Hidroterapia (HTP) o confundir técnicas y tecnologías balneoterápicas o crenoterápicas con hidroterápicas.

La diferencia es muy sencilla pero esencial: cuando se está recibiendo un tratamiento balneario, además de utilizar técnicas basadas en los efectos mecánicos y térmicos, que se pueden conseguir también con la HTP, también se está produciendo una absorción de los componentes mineralo-medicinales de las aguas (transmineralización), hecho que con la HTP no puede existir, al no disponer de los mismos.

Cuando se aplica un baño de burbujas o una ducha, se está realizando hidroterapia, mientras que en la balneoterapia o crenoterapia en un balneario, además, se produce la transmineralización de los componentes a nuestro organismo.

En los «spas urbanos», mal llamados «balnearios urbanos», sólo se puede recibir HTP y nunca se producirá una absorción de componentes minero-medicinales, al no disponer sus aguas con minerales. Con el agravante que las aguas en piscina, jacuzzis, etc., que se reciben, a diferencia de lo que ocurre en los balnearios, son aguas utilizadas por muchos usuarios, que por regla general suelen permanecer en los compartimentos por períodos superiores a los seis meses o un año y son tratadas con bromo (elemento muy contaminante) u otros componentes o técnicas desinfectantes

8. BENFICIOS E INCONVENIENTES DE LA HIDROTERAPIA

8.1 Beneficios

Los beneficios obtenidos mediante la aplicación de la hidrocinesiterapia son consecuencia de las reacciones reflejas provocadas por el estímulo acuático de los receptores que repercuten en el resto del organismo, así como, por una serie de reacciones fisiológicas, derivadas de dicha aplicación. También se extraen beneficios de la aplicación combinada de estímulos térmicos, mecánicos, dinámicos e hidrostáticos del agua así como la superficie de aplicación y del tiempo de la misma.

A continuación se detallan los efectos que causa la hidroterapia.

8.1.1 Efectos fisiológicos

Mejora de la circulación sanguínea

Se debe a dos fenómenos principales: la acción térmica del agua sobre el cuerpo, que produce una activación del sistema circulatorio, y la presión del agua ejercida sobre el organismo, que estimula el retorno sanguíneo.

Mejora de las funciones cardíacas

Es debida a la estimulación y mejora de la circulación sanguínea y a la activación de la musculatura producida por el movimiento facilitado dentro del agua.

Mejora de las funciones pulmonares

Además de los fenómenos señalados, que también contribuyen a la activación pulmonar positiva, las actividades encaminadas al aprendizaje o práctica de la apnea y de los mecanismos respiratorios son buenos elementos para la mejora pulmonar.

Mejora de las funciones renales

Se produce por el aumento de la diuresis, el aumento de la eliminación de sustancias de desechos, la disminución de la presión sanguínea, de la hormona antidiurética (ADH) y de la aldosterona.

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

Estimulación del metabolismo

Produce una mejora del funcionamiento de los sistemas que gobiernan la fisiología corporal e incluso el óptimo equilibrio psicológico.

8.1.2 Efectos terapéuticos

Aumento de la resistencia

La adaptación progresiva al ejercicio cotidiano y la realización de tareas de mediana y baja intensidad y de cierta duración, proporcionan al organismo la adquisición de la cualidad más idónea para la mejora del metabolismo y sus consecuencias positivas: la resistencia.

Participación de grandes grupos musculares

La actividad desarrollada en el agua supone la activación de todos los músculos esqueléticos, así como su adaptación y fortalecimiento progresivo.

Tonificación muscular

Solo la resistencia ofrecida por el agua será una carga uniforme y equilibrada muy adecuada para el desarrollo muscular. Con la práctica continua de las actividades acuáticas se pueden mejorar todos aquellos problemas ocasionados por las tensiones musculares posturales.

La tonificación adecuada de toda la musculatura permitirá un mayor equilibrio corporal y una utilización más eficaz de cada musculo en beneficio del mantenimiento postural.

Tonificación muscular

El trabajo realizado en el agua o sólo incide notablemente sobre la relajación muscular; la ingravidez producida por la inmersión es sobre todo la principal causa de relajación de los músculos, que repercute en el estado de ánimo del individuo.

Mejora de la movilidad articular

La actividad realizada en el agua también mejora la movilidad articular, y esto es debido sobre todo a la ingravidez soportada, también por la presión constante y uniforme ejercida por el agua.

Coordinación de movimientos

La mejora de las conexiones nerviosas, la armonía en los movimientos y la adecuada correlación de órdenes nerviosas y las respuestas musculares, serán consecuencia del trabajo físico que influirá en la eficiencia del movimiento.

Descarga de la columna vertebral

La acción de la gravedad actúa sin parar sobre la columna vertebral, como si quisiera aplastarla. En el agua la persona se encuentra en un medio ingravido.

El efecto de la gravedad sobre la columna vertebral predomina en la sobrecarga exagerada a nivel de sus últimas vértebras lumbares.

Las posiciones horizontales en el medio acuático y el fenómeno de ingravidez suponen una descarga en la columna vertebral.

8.2 Inconvenientes

La hidroterapia es útil en patologías reumáticas tanto de tipo degenerativo como de tipo inflamatorio, pero también hay que tener en cuenta una serie de procesos en los que están excluidas las aplicaciones hidroterápicas. Los casos son los siguientes:

- Insuficiencias cardíacas, hepáticas, renales leves, o moderadas siempre cuando estén descompensadas.
- En procesos infecciosos agudos que podrían agravarse con esta terapia.
- Casos de hipertensión arterial maligna o mal controlada.
- En estados de caquexia i en enfermos terminales.
- En determinadas crisis agudas de procesos reumáticos inflamatorios o degenerativos.

9. COMPONENTES BÁSICOS DE UNA PISCINA

Las piscinas se pueden construir de diferentes materiales, formas, a la altura del suelo o de sobre nivel, etc. pero todas las piscinas tienen unos componentes generales, sin embargo a nuestra piscina le añadiremos algunos más, puesto que no será una piscina corriente, sino que estará orientada al uso terapéutico por lo tanto diseñaremos y añadiremos otros componentes para facilitar la rehabilitación.

A continuación se describirán los elementos básicos que forman parte de una piscina.

9.1 Equipo de filtración

Es uno de los procesos más importantes para mantener el vaso y todo su circuito limpio, se encarga de eliminar las impurezas y mantener el agua apta para el baño

Los objetivos de la filtración son:

- Obtener un agua más clara y transparente.
- Eliminar la materia orgánica.
- Retener las sustancias coloidales (dispersión de partículas o macromoléculas en un medio continuo).

Para la filtración pueden utilizarse diversos tipos de filtros:

- Filtros de arena.
- Filtros de ultrafiltración.
- Filtros de cartuchos.

Para obtener agua perfectamente clara después de la filtración, conviene añadir un coagulante, antes de que el agua pase por el filtro, para agrupar las materias coloidales en suspensión, que quedaran retenidas en la parte superior del filtro, mientras que si no se utilizara ese, la materia coloidal atravesaría el filtro sin quedar retenida. Además, el

empleo de coagulantes hace que se consuma menos desinfectante (cloro, en la mayoría de los casos), ya que este se combina con las materias en suspensión que no son retenidas por el filtro y al mismo tiempo se produce una concentración menor de cloruro y se originan menos compuestos orgánicos, siempre indeseables.

1. Filtros de cartucho.

Son filtros que trabajan a presión y utilizan cartuchos de celulosa o fibra sintética. Se limpian con agua a presión hasta que su deterioro exige su sustitución por otros nuevos. No se emplean coagulantes para este tipo de filtros. Solo se utilizan para piscinas de viviendas unifamiliares, pero no en piscinas públicas. Pueden filtrar partículas de hasta 7μ .

2. Filtros de ultrafiltración.

Los filtros con precapaultrafinas (UFF, Ultrafinefilters) utilizan un medio filtrante reemplazable que se añade después de cada lavado. Estos medios de filtración incluyen productos de diatomeas (diatomita) y perlita (vidrio volcánico). El beneficio de la filtración por precapa es que puede proporcionar una eliminación de partículas de 1-2 micras (μ) y, como tal, consiguen una buena eliminación de los oocistos de *Cryptosporidium*, protozoo que se encuentra en aguas contaminadas.

Las diatomeas son los esqueletos microscópicos silíceos de plancton o algas unicelulares. También se pueden utilizar filtros con diatomeas exclusivamente. Estos filtros producen un agua muy clara, siempre que la velocidad de filtración sea de unos $4\text{--}6\text{ m}^3/\text{h}$. Un inconveniente de este tipo de filtros es que se producen atascamientos cuando empiezan a aparecer en la piscina algas microscópicas (plancton). Al mismo tiempo, se debe proceder a la reposición de las diatomeas cuando las condiciones de explotación son difíciles, frecuentación elevada, plancton, etc., lo que encarece dicha explotación. El tamaño de partículas retenidas es de $1\text{--}5\text{ }\mu$. No se deben utilizar floculantes, pues originarían una rápida colmatación del filtro.

3. Filtros de arena.

Los más usuales consisten en cilindros cerrados de poliéster o acero que llevan en su interior una columna de arena de sílice (lecho filtrante). Estos filtros trabajan a presión y el agua entra por la parte superior, pasa a través del lecho filtrante donde quedan retenidas las partículas, y es evacuada por la parte inferior.

Los filtros de arena trabajan a velocidades de filtración comprendidas entre $5\text{--}40\text{ m}^3/\text{h}$ y utilizan arena de fina granulometría. El lavado del filtro se efectúa a contracorriente, eliminando el agua de lavado. El tamaño de partículas retenidas es de $20\text{--}30\text{ }\mu$.

Normalmente, los filtros instalados en las piscinas públicas son de arena con granulometría adecuada.

El lecho de arena hay que rellenarlo periódicamente, ya que al realizar los contralavados, parte de esa se va al alcantarillado. Por término medio, cada 5 años hay que renovar toda la arena del filtro, ya que esta con el paso del tiempo va perdiendo eficacia de filtración.

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada



Imagen 9: Filtro de cartucho



Imagen 10 Filtros de diatomeas

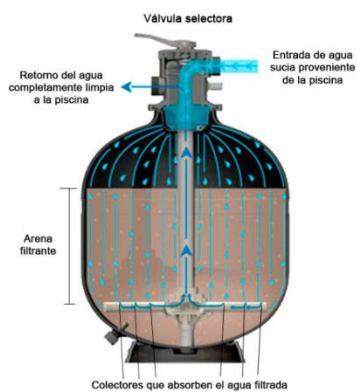


Imagen 11: Filtro de arena

Criterios	Ultrafiltración	Filtro arena medio	Cartucho
Tamaños de filtros más comunes	Hasta 46 m ²	Hasta 10 m ²	Hasta 20 m ²
Diseño caudal de filtro	3-5 m ³ /h	25-30 m ³ /h	1.5 m ³ /h
Caudal de lavado	5 m ³ /h	37-42 m ³ /h	No aplicable
Lavado	Contralavado y reemplazado material filtrante	Contralavado	Manual, bajo manguera
Promedio de agua de lavado	0.25 m ³ /h agua piscina	2.5 m ³ /h agua piscina	0.02 m ³ /h abastecimiento
Ayuda para la filtración	Ninguna	Opcional: coagulantes	Ninguna
Implicaciones de limpieza	Puede ser necesario un tanque de lavado a contracorriente para recoger el medio filtrante usado con remoción periódica de lodos.	Se requiere un tanque de lavado	Limpiar con una manguera hacia abajo facilita la eliminación de residuos.

Tabla 2: Comparativa diferentes filtros

Bomba

Su potencia dependerá del tamaño de la piscina y de la cantidad de litros que tengan que pasar a través de sistema de filtración. La carcasa de la bomba, se llena de agua creando un vacío y permitiendo que el agua circule.

Válvula selectora

La válvula selectora dispone de diferentes posiciones según las diversas funciones en el circuito hidráulico:

- 1) Filtración: es la posición principal, la cual se usara el 90% del tiempo. Hace que el agua pase por el filtro de arriba abajo y retorne a la piscina.

- 2) Lavado: En esta posición también meteremos agua al filtro, pero en este caso desde abajo hacia arriba, de este modo removeremos toda la suciedad presente, el agua sucia sale por la parte de arriba y va directa al desagüe.
- 3) Recirculación: Es una de las posiciones menos empleadas, pero en ocasiones es útil. Lo que hace es que el agua no pase al filtro. Entonces el agua lo único que hace es salir de la piscina y volver a la misma. Esto es útil cuando queremos mover el agua para que un determinado producto químico se disperse.
- 4) Cerrado: En esta opción cerraremos todas las bocas de la válvula. Es habitual usarla en invierno o para limpiar el prefiltro de la bomba.
- 5) Enjuague: el enjuague realiza lo mismo que la filtración, pero en vez de que el agua vuelva a la piscina esta es desechada. Esto se utiliza después de cada lavado de arena, con esto conseguimos que la pequeña cantidad de arena que queda en suspensión se vaya al desagüe.
- 6) Vaciado: El agua proveniente de la piscina va directa al desagüe sin pasar por el filtro.

Su funcionamiento es sencillo solo debe girar a la posición deseada

Hydrospin

Es un prefiltro hidrociclónico diseñado para ahorrar agua de lavado de los filtros y alargar el periodo de mantenimiento de estos. Se instala entre la bomba y el filtro y ahorran un 50% de agua en el lavado del filtro.

9.2 Material para el vaso

El vaso es la estructura de la piscina que contiene el agua.

Skimmer

Los skimmer forman parte de aspiración de agua de la piscina. La función principal del skimmer es evitar que todo aquello que caiga en nuestra piscina, como hojas, insectos sea absorbido por este e impedir que quede en el fondo de la piscina. Este dispositivo aumenta la cantidad de oxígeno y reduce el fosfato lo que previene a la formación de algas.

Funciona en base a tres sistemas de inyección de aire:

- Piedra difusora: esta basa sus acciones en una bomba de aire
- Venturi e Inyección: son sistemas que requieren una boba de agua para inyectar en el flujo de agua de la piscina y generan microburbujas.

Regulador de nivel

El regulador de nivel se encarga de detectar las disminuciones del nivel del agua de la piscina y de añadir automáticamente el agua necesaria a través de su válvula de entrada.

Boquilla de retorno

Las boquillas de retorno se utilizan para devolver a la piscina el agua después de haber pasado por distintos equipos.

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

Debido a que las boquillas de retorno tienen como objetivo regresar el agua limpia y caliente es importante su distribución, para que el agua se mezcle por igual, por esto existen boquillas para las paredes y suelo, las del suelo son una gran alternativa, puesto que así el agua tratada y caliente se dispersara de mejor manera.

Proyector

Los proyecotes de luz sirven para iluminar la piscina. Actualmente además de la iluminacion halógena, los proyectores LEDs permiten ilumiar la piscina de forma mucho mas eficiente ya que disponen de una vida util de 100.000h en cambio los halógenos de 1000h en el cual en cosnumo se reduce un 90%.

9.3 Dosificación y control

Se encuentran los elementos necesarios para la dosificación de productos químicos y su control.

Armario eléctrico de control

Es el encarga de mantener el nivel del agua.

Dosificador de cloro

Gracias a estos dosificadores de cloro, no es necesario revisar el cloro y ph de la piscina diariamente. Estos dosifican la cantidad de producto que es necesaria para mantener estos niveles, ya que disponen de unos depósitos de medición que analizan el agua y dosifican el producto sólo cuando es necesario.

Existen tres tipos de dosificadores:

- Por un lado, el dosificador que se programa para aportar una dosis de cloro con una frecuencia prefijada.
- La otra modalidad de dosificador realiza mediciones previas de los niveles de cloro y pH y reacciona en cuanto estos bajan. Pero, la dosis de cloro que proporciona al agua, en unos aparatos es una cantidad fija.
- Mientras en el tercer tipo de dosificador añade cloro en un nivel proporcional al nivel de bajada detectado.

Estos son los equipamientos básicos que tiene que tener una piscina para su funcionamiento.

9.4 Climatización

La climatización de una piscina permite poder disfrutar de ella en cualquier época del año, hay múltiples sistemas para calentar el agua, mediante bombas de calor, intercambiadores de calor, calentadores eléctricos, captadores solares, deshumificadores etc. El más económico es la bomba de calor ya que aprovecha las calorías del aire exterior y reparten el calor por toda la piscina.

10. DISEÑO DE LA PISCINA

10.1 Requisitos

A la hora de realizar un diseño es importante ajustarse a una serie de requisitos.

1. El material con el que este fabricado o construido sea un material resistente:
 - Propio peso
 - Los agentes químicos del agua
2. Buena distribución de espacio, tanto dentro como fuera
3. Temperatura del agua regulable
4. Consumo mínimo de agua
5. Fácil acceso
6. Propulsor del agua
7. Mecanismo para que el propulsor del agua tenga una altura regulable
8. Apta para cualquier edad
9. Fácil instalación
10. Fácil de limpiar
11. Económica

10.2 Especificación de requisitos básicos de la piscina

Ubicación de la piscina

Es muy importante saber dónde estará situada la piscina, puesto que no es lo mismo que este a la intemperie que al aire libre, como se sabe, este proyecto está enfocado en el ámbito terapéutico, por lo tanto la piscina no estará expuesta a las condiciones naturales y estará enfocada a un uso público.

Material

Las piscinas se pueden hacer de diferentes materiales, ya sea hormigón, poliéster, etc. En este caso hay que tener en cuenta muchos factores: la durabilidad, la estanqueidad, tiempo de construcción, vida útil, resistencia, coste, flexibilidad del diseño, instalación del terreno, mantenimiento, etc.

El material escogido es la fibra de vidrio, por sus ventajas que presenta frente a los otros materiales, puede instalarse en cualquier tipo de terreno, con rapidez, y un factor muy importante: *su coste*, ya que es el hándicap principal de los hospitales.

También de hecho las otras marcas dedicadas a este ámbito emplean este material.

A continuación se muestra una tabla comparativa sobre los diferentes materiales de fabricación:

MATERIALES	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	Durabilidad difícil de igualar Acabado de calidad	Tiempo de construcción Los movimientos de terreno

Hormigón	Resistencia	pueden provocar una fuga de agua Mala estanqueidad
Prefabricada de Poliéster	Rápida construcción Económica Durabilidad Buena estanqueidad	Decoloración del vaso No hay elección del diseño
Prefabricada de acero	Fácil construcción Ecológica Bajo mantenimiento Buena estanqueidad	Elevado coste Vida útil corta sino se usa acero galvanizado Mantenimiento regular para evitar la corrosión
Prefabricada Fibra de vidrio	Flexibilidad y resistencia Instalación en cualquier tipo de terreno Instalación rápida Buena estanqueidad	Tamaño limitado Siempre tiene que estar llena para evitar daños, como pandeo y grietas

Tabla 3: Descripción materiales

Existen diferentes tipos de fibra de vidrio, pero la adecuada para este uso es la tipo C, dado que se caracteriza por su alta resistencia química, a continuación se indicaran sus propiedades:

Tenacidad	1.24 N/Tex
Densidad	2.5 g/m ³
Módulo de Young	72Gpa
Límite a la tracción	3100MPa
Elongación hasta la rotura	4%

Tabla 4: Propiedades mecánicas fibra de vidrio C

A la hora de simular el límite elástico que se ha escogido es de 65MPa, este se ha cogido a partir de la gráfica siguiente:

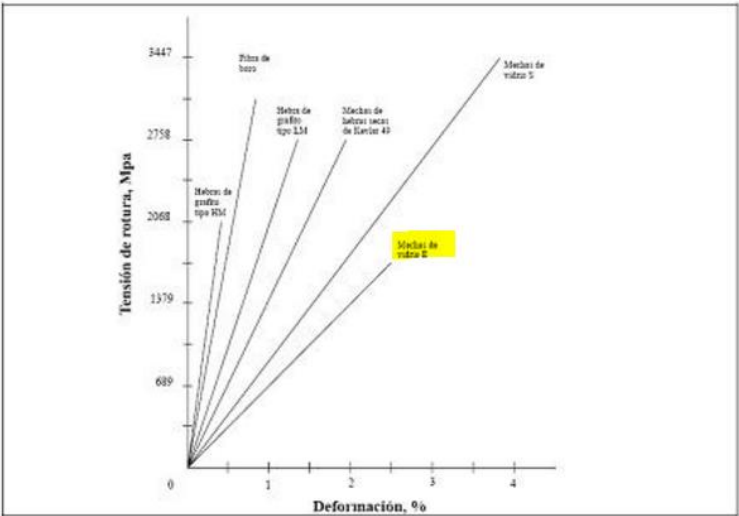


Imagen 12: Comportamiento esfuerzo-deformación de diferentes tipos de fibras

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

En esta tabla el módulo de elasticidad oscila desde los 65 MPa a 413Gpa, por lo tanto para asegurarse se escoge el mínimo.

Este tipo de fibra se emplea para las torres de refrigeración, tanques de agua, bañeras, tuberías, barcos, etc.

Para comprobar si el vaso de la piscina aguanta a la presión que ejerce el agua en este, se ha hecho una simulación que se enseñara más adelante.

Distribución y espacio

Las piscinas pueden adoptar un conjunto de diversas formas, ya sean regulares o irregulares, dentro de las regulares tenemos; triangular, cuadrada, rectangular, poligonal, redonda...etc. en este proyecto hemos escogido la forma rectangular por los siguientes motivos:

- para tener una mejor funcionalidad, ya que el paciente estará en forma horizontal (estirado) y nadando a contracorriente.
- Puesto que llevara un sistema de propulsión de agua, la recirculación de esta será más fácil con esta forma.



Imagen 13: Diferentes tipos de formas de vasos

Temperatura del agua regulable

Debido a que será una piscina de interior y terapéutica tendrá que tener un sistema para calentar el agua.

La temperatura es muy importante porque causa unos efectos fisiológicos en el cuerpo, podemos apreciar como varían en la siguiente tabla.

TEMPERATURA	TIPO DE AGUA	EFEECTO
1 - 13° C	Muy fría	Estimulantes y tónicas
13 - 18° C	Fría	
18 - 30° C	Tibia	Sedantes
30 - 35° C	Indiferente	
35 - 36° C	Templada	
36 - 40° C	Caliente	Sedantes, relajantes y analgésicas
40 - 46° C	Muy caliente	

Tabla 5: Temperatura del agua y sus efectos

Así pues, la piscina llevara incorporada una bomba de calor en el cual se le pueda regular la temperatura.

La temperatura depende de la actividad, si la natación es activa la temperatura rondará entre 29°-32°, y si no lo es ronda entre 32-34°. La temperatura es un factor muy importante ya que una elevada temperatura puede provocar fatiga y agotamiento y si el agua es fría provoca temblores, tensión muscular o hipotermia

Consumo de agua

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

Al ser una piscina de propulsión necesita más cantidad de agua. Para reducir el consumo del agua, llevará un circuito de recirculación del agua para el sistema de propulsión y otro para la recirculación normal del agua.

Acceso

Esta piscina dispone de una escalera de acero inoxidable, también un sistema de elevación, es decir: lo que viene siendo el suelo de la piscina será una plataforma que se elevará mediante unos tambores, y dos motores. A parte de conseguir un fácil acceso para discapacitados también sirve para tener diferentes alturas, y de esta manera podrá ser útil para una persona de cualquier edad sin que sea importante la altura, en el apartado 11.3 se explicará su diseño.

Propulsor de agua

Como se ha dicho anteriormente la piscina llevará integrado un propulsor de agua, esto está diseñado para nadar sin tener que moverte del sitio, es muy útil para las piscinas de dimensiones pequeñas.

El propulsor funciona con un motor hidráulico sumergido, de dimensiones pequeñas pero con gran potencia, que impulsa una hélice de 41cm ubicado en la parte delantera de la piscina, en el interior de un compartimiento de protección.

La hélice impulsa hasta 18,930 litros de agua por minuto a través de dos rejillas que hacen que la corriente sea más suave y uniforme. El resultado es una corriente similar a la de un río cuya velocidad se puede ajustar, desde un flujo suave hasta una velocidad de carrera, mediante el control remoto.

La corriente de natación de la piscina Endless Pool es muy superior a la producida por las bañeras de chorros a propulsión. Estas bañeras bombean sólo varios cientos de litros de agua al minuto por medio de boquillas de alta presión. La corriente es turbulenta y muy estrecha, incluso cuando se utilizan tres propulsores a chorro o más. Por el contrario, los productos de esta marca utilizan un exclusivo sistema de gran volumen que genera una corriente de natación ideal, ancha, profunda y sin turbulencias, que es más ancha que su cuerpo y más profunda que su brazada. Sorprendentemente, no produce olas ni burbujas, por lo que resulta ideal para nadar, hacer ejercicio y para fisioterapia.

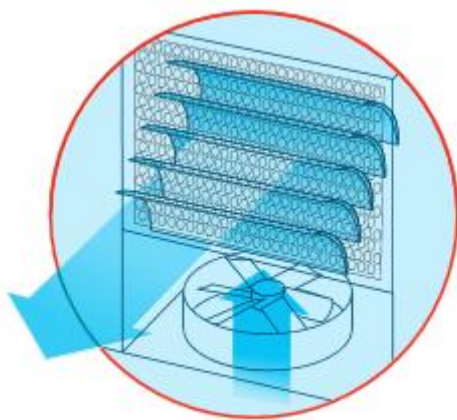


Imagen 14: hélice y rejilla del sistema de propulsión

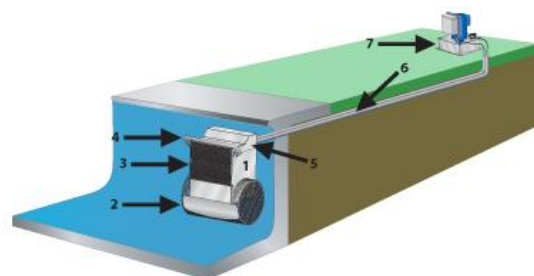


Imagen 15: Sistema de propulsión montado

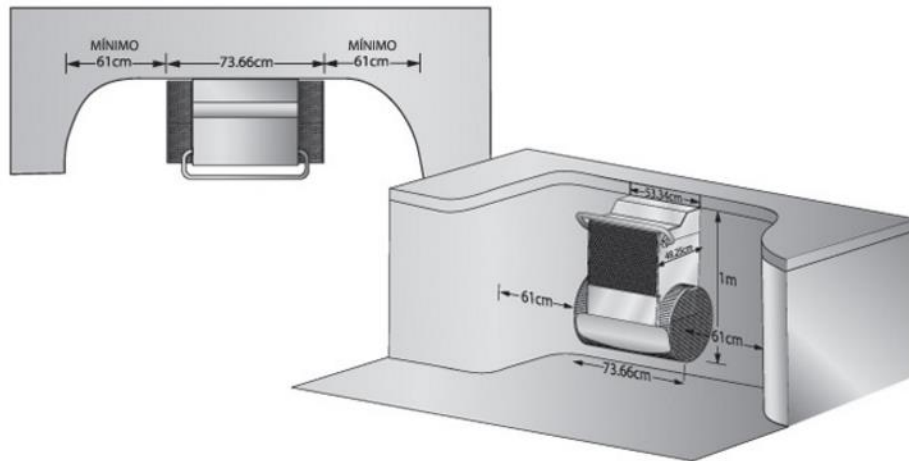


Imagen 16: Dimensiones del propulsor

Altura nivel del agua

El nivel del agua desde el punto de vista terapéutico es muy importante, ya que esta tiene unos efectos sobre el peso, como se ha explicado en el apartado de las *Propiedades físicas*. Para que la piscina pueda ser apta para cualquier estatura, se ha diseñado una plataforma la cual subirá y bajara dependiendo de la altura del paciente.

11. DISEÑO

11.1 Dimensiones del vaso

A la hora de escoger las dimensiones de la piscina, hay que tener en cuenta los factores que se han explicado anteriormente. Consecuentemente las dimensiones serán las siguientes:

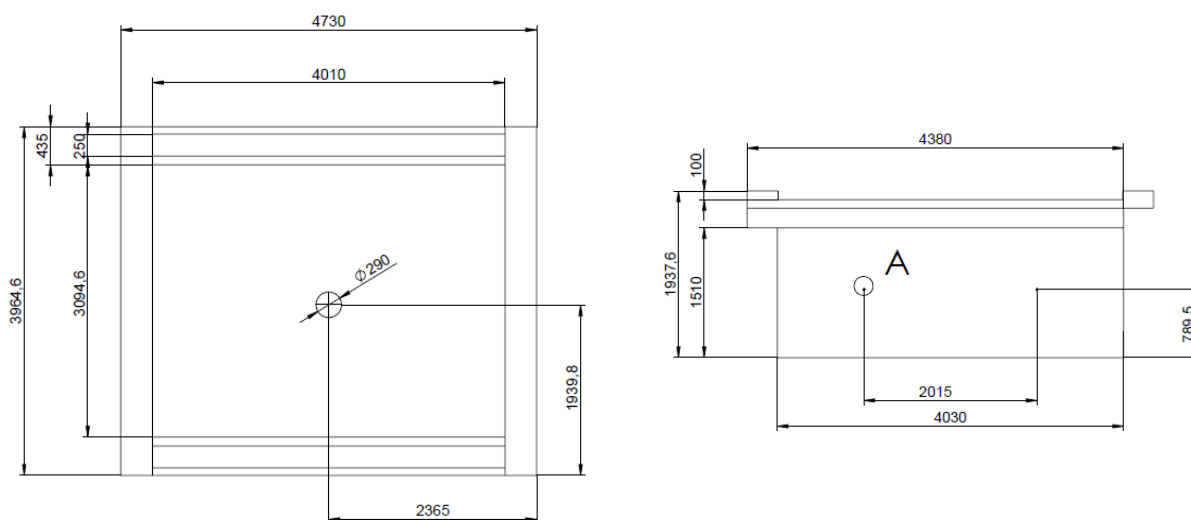


Imagen 17: Medidas del Vaso

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

Profundidad: 1824mm

Longitud: 4730mm

Ancho: 3964mm

Espesor paredes: 10mm

La piscina constara de un rebosadero perimetral finlandés para prescindir del skimmer y de esta manera se puede filtrar mejor el agua.

El rebosadero solo se construirá en las dos partes laterales más largas de la piscina, ya que esta tendrá un mecanismo para elevar, y este interrumpiría la entrada. La norma NIDE especifica que no se puede anular los accesos de una piscina, es decir y la piscina consta de cuatro accesos, no se puede poner nada que interrumpa el paso.

Por este motivo se ha levantado 0.1m más los laterales donde irán colocados los mecanismos.

Las piscinas de dimensiones pequeñas pueden llegar a tener un solo acceso, en este caso con dos accesos es suficiente.

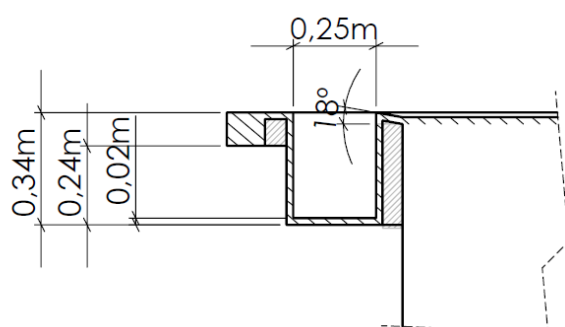


Imagen 18: Sección del rebosadero

Estas medidas se basan según el documento *Normas NIDE* de piscinas cubiertas, en el cual dice que el rebosadero tiene que tener como mínimo un pendiente de 18°. El ancho y la altura se han hecho a partir de las medidas de las rejillas homologadas, ya que estas especificaciones más detalladas se encuentran en la norma UNE-EN 13451-3, que no está disponible al público, las rejillas rigen esta norma.

Las rejillas y los esquineros están hechos de PP, resistente a la acción de los rayos U.V., con superficie antideslizante, de alta resistencia mecánica e inalterables a los agentes químicos y atmosféricos.

Se ha escogido una rejilla de 245mm de ancho, como indica la tabla, es para un canal de 250mm. La piscina constara de 392 rejillas.

Código Code	h	Ancho canal (L) (mm) Channel width (L) (mm)	Ancho rejilla (L) (mm) Grating width (L) (mm)
00217	22	250	245
00218	22	300	295
00219	22	340	335

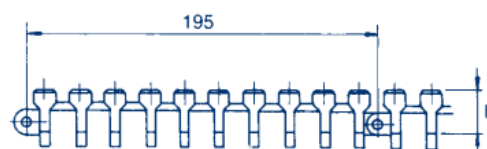


Imagen 19: Medidas de la rejilla AstralPool

Para que las rejillas encajen perfectamente el obligatorio el uso de un perfil, de los cuales se necesitan 8.



Perfil soporte placa rejilla

Adaptable a rejillas de 22, 24 y 35 mm de alto.
En PP. Suministrado en tiras de 2m. Medidas interiores
24 mm x 37 mm. (Cód. 00224)

Imagen 20: Medidas perfil Astralpool

La normativa *NIDE* también exige un vaso de compensación para las piscinas desbordantes, el cual recogerá las aguas del vaso de la piscina a través de las canaletas perimetrales por gravedad, por lo que se ubicara a cota inferior de estas. El volumen del vaso que absorberá los volúmenes del agua desbordada por inmersión de las personas tiene que ser al menos de un 10% del volumen del vaso.

Teniendo en cuenta que hay una plataforma, se restará el volumen que ocupa esta.

Volumen vaso	2268l
Volumen vaso plataforma mas armadura	164l
Volumen vaso compensación	2250l

CAPACIDAD	D I M E N S I O N E S			
	D 1	D 2	H	D / TAPA
1 0 0 0	1070mm.	890mm.	1400mm.	1080mm.
2 0 0 0	1490mm.	1365mm.	1420mm.	1495mm.
3 7 0 0	2030mm.	1970mm.	1200mm.	2035mm.

Imagen 21: Características de los depósitos

El depósito de compensación escogido es el de 3700l puesto que es el que más se ajusta al volumen exigido, aunque nunca se necesitara un depósito más grande de lo que exige la normativa, ya que el volumen máximo que se puede desplazar es de un 10%.



Imagen 22: Depósito compensación Eurplast

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

Para comprobar si el vaso aguanta la presión del agua en las paredes, se ha hecho una simulación con el programa *SolidWorks 2015 (Student Edition)*.

La presión hidrostática que soporta el vaso, no es la misma en todas las paredes, ni el fondo, para poder simular se han realizado unos cálculos, donde las fuerzas y presión que se han aplicado han sido las siguientes:

Presión fondo: 12629 Pa

Fuerza paredes laterales(ancho): 42663 N

Fuerza Paredes Laterales(largo): 55232 N

Para hacer la simulación se ha fijado el fondo, y las paredes, pero solo en la parte que toca con el terreno, ya que alrededor de esta irán los canales del rebosadero junto con los del sistema de retorno del agua para la propulsión, como se puede ver en los planos del *anexo*.

Solo se ha aplicado las fuerzas en 2 paredes ya que las otras son simétricas.

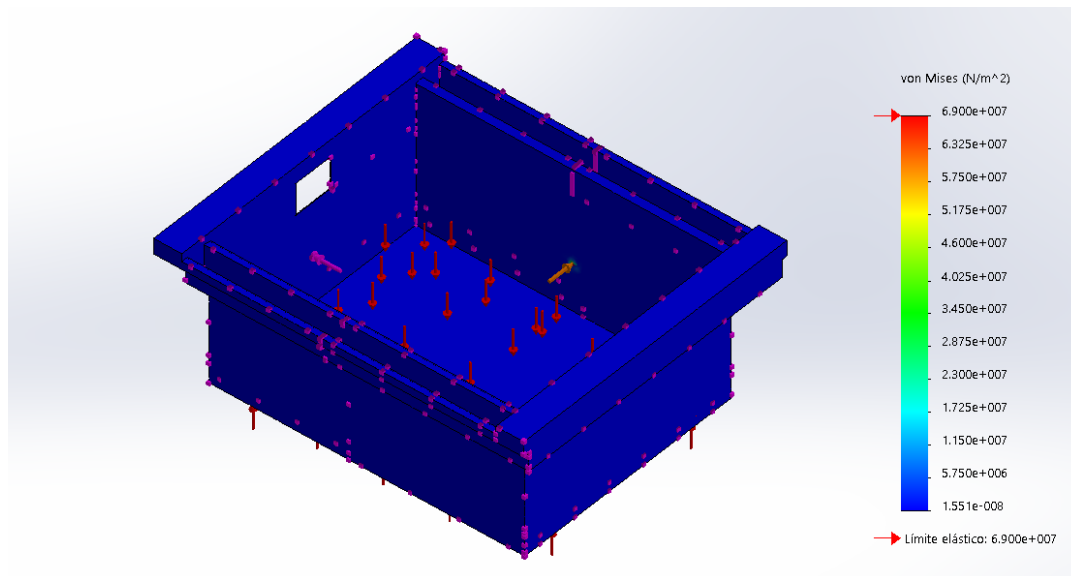


Imagen 23: Distribución de Von Mises (MPa)

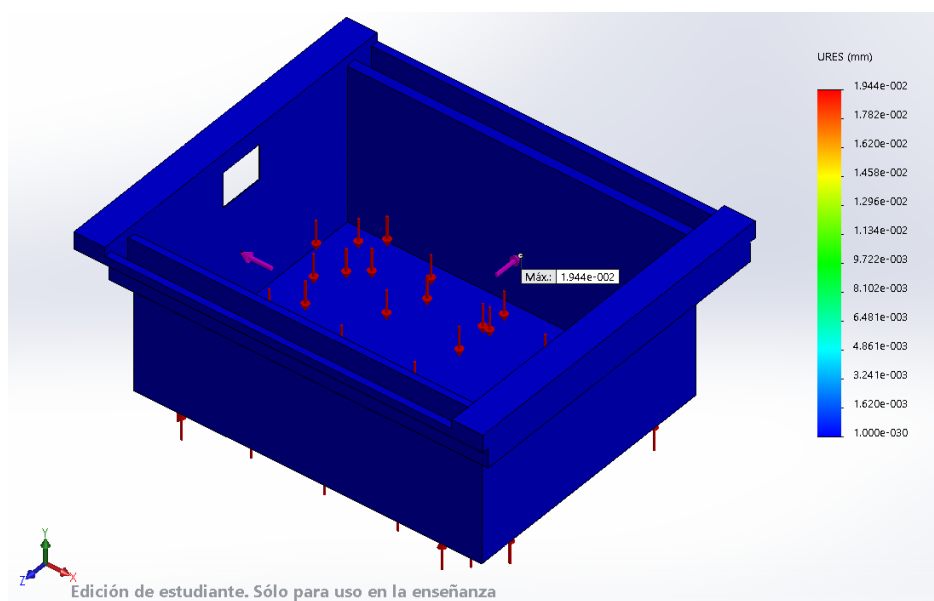


Imagen 24: Distribución del desplazamiento en mm.

Como es de esperar, el vaso aguanta perfectamente, ya que al estar al nivel del suelo, el terreno ayuda, y la fibra solo actúa como un aislante para evitar que el agua no se filtre.

Al vaso se le ha hecho una obertura para que se pueda recircular el caudal que sale del propulsor, este tiene el mismo área que el propulsor. Sino no se hace de esta manera el propulsor no expulsaría el caudal que se necesita para nadar. Se puede ver la rejilla en el anexo.

11.2 Plataforma

El diseño de la plataforma se ha hecho lo más práctico posible, y sencillo. La plataforma como se mencionó en otros apartados, su funcionamiento es poder elevarse y descender con la seguridad de que aguante cualquier peso. Para esto el material empleado ha sido la fibra de vidrio C, ya que esta presenta unas características resistentes a los agentes químicos, por lo tanto es el más adecuado para la piscina puesto que hay que seguir una serie de parámetros para filtrar y limpiar el agua donde se emplean químicos.

La plataforma tiene unas medidas de 3mx4mx0.01m, constará de unos agujeros de 0.02m de diámetro distribuidos por toda ella para poner hacerla más liviana, y mucho más fácil de desplazar, con este diseño también se evita tener otro depósito para acumular toda el agua que se desplaza y volver a llenar la piscina.

Para que la plataforma no se deforme, se ha diseñado una armadura de acero inoxidable AISI 316, así también se aprovecha la superficie para poder poner los cáncamos que servirán para levantar la plataforma. Las dimensiones de la armadura son de 4mx3mx0.1m, las vigas son huecas de este modo se disminuye el peso. En la tabla 6 podemos observar las propiedades mecánicas del acero.

Material	Densidad (kg/cm ³)	Módulo elasticidad(GPa)	Coef. Poisson	Límite elástico	Limite de tracción
AISI 316	800	193	0.3	230	620

Tabla 6: Propiedades mecánicas acero AISI 316

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

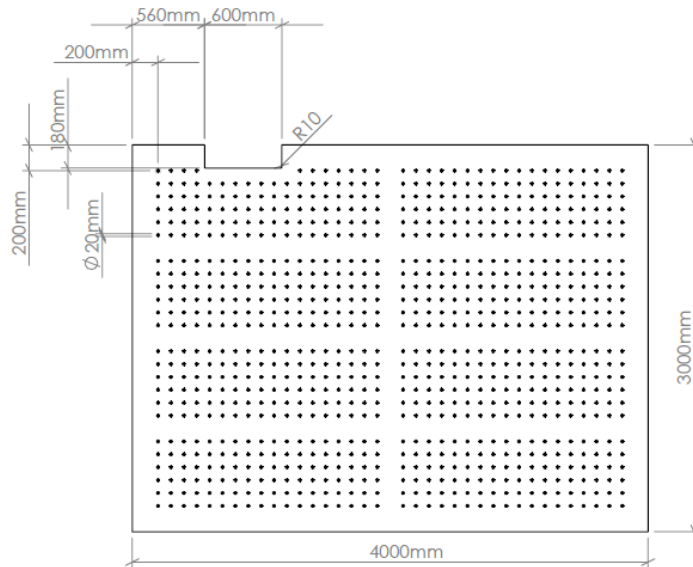


Imagen 25: Plano plataforma vista desde planta y perfil

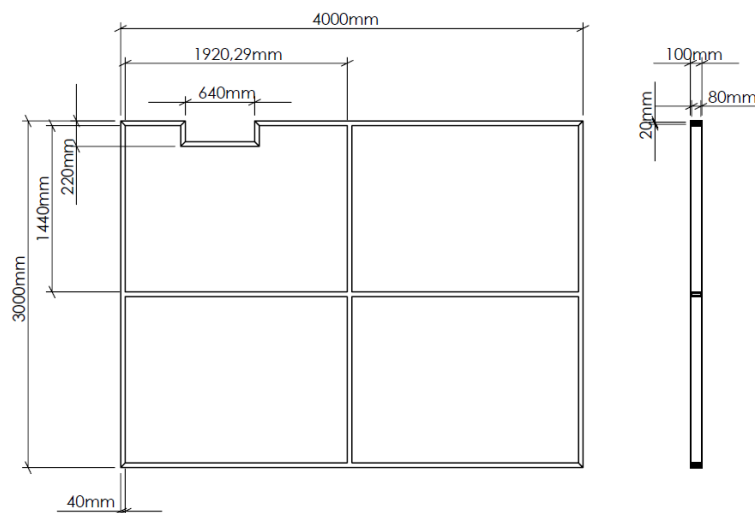
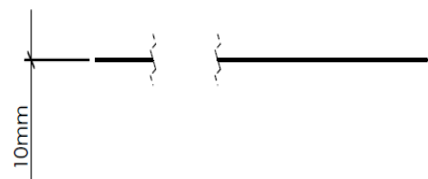


Imagen 26: Plano armadura visto desde planta y perfil

Para comprobar que la plataforma aguanta el peso, se ha hecho una simulación con el programa *Solidworks 2015 (Student Edition)*, para la esta, se ha sobreestimado las cargas, se han puesto dos circunferencias en el centro de la plataforma de unos 0.53m de diámetro y aplicando una masa de 120Kg, no se tuvo en cuenta el peso aparente, ya que se verá desde el punto de vista más desfavorable, y se ha fijado los agujeros laterales de la armadura, que es donde irán atornillados los cáncamos.



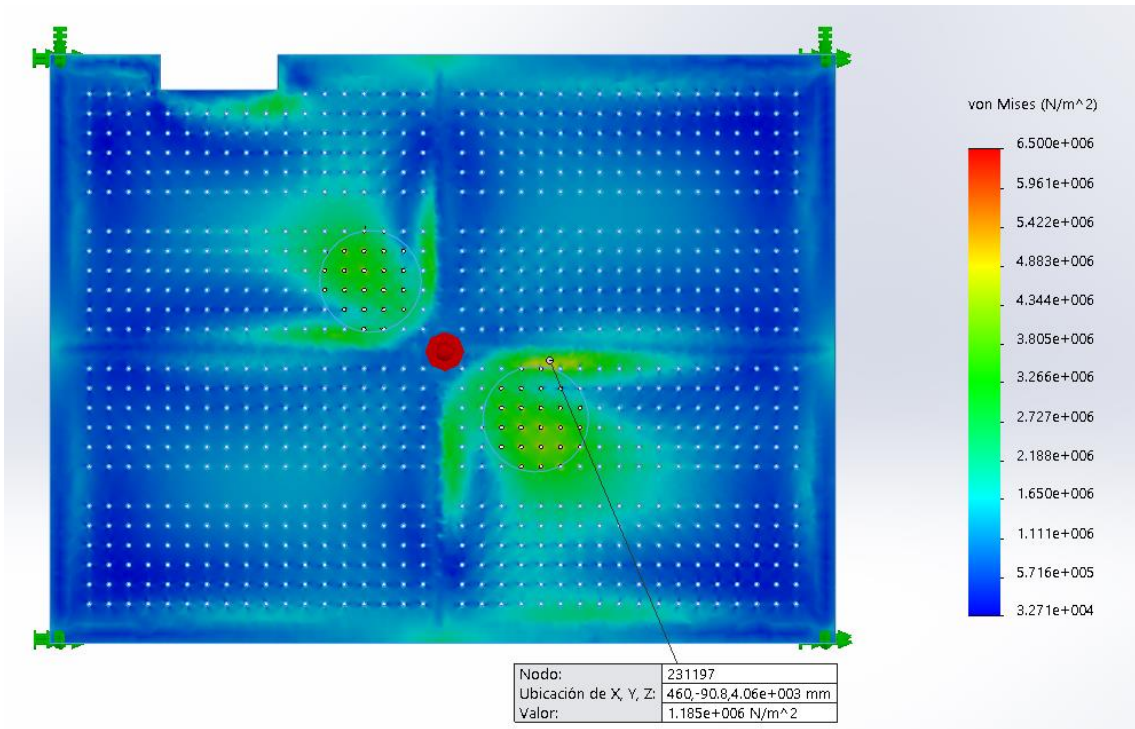


Imagen 27: Distribución de tensión Von Mises (MPa) Plataforma

Como se observa en *imagen 27* la palaforma no llega a su límite elástico, el valor máximo que se alcanza es de 46MPa, que se encuentra justo donde estan las cargas aplicadas, en cambio la armadura de acero AISI 316 sufre menos donde el valor máximo que alcanza es de 1.44MPa como se puede apreciar en la *imagen 29*.

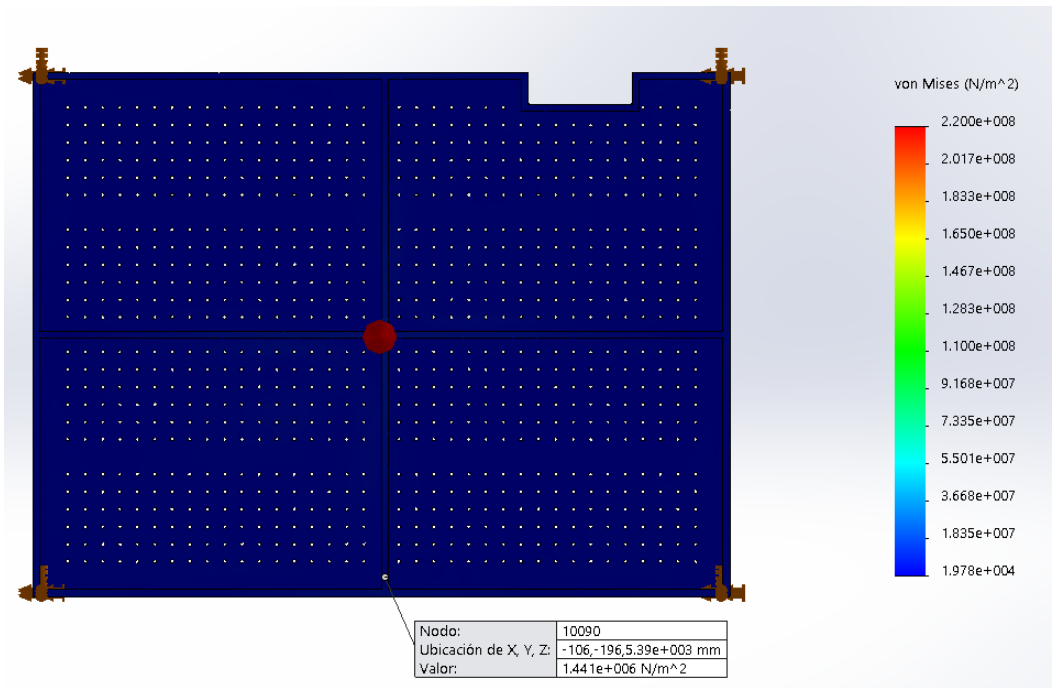


Imagen 28: Distribución de Von Mises (MPa) armadura

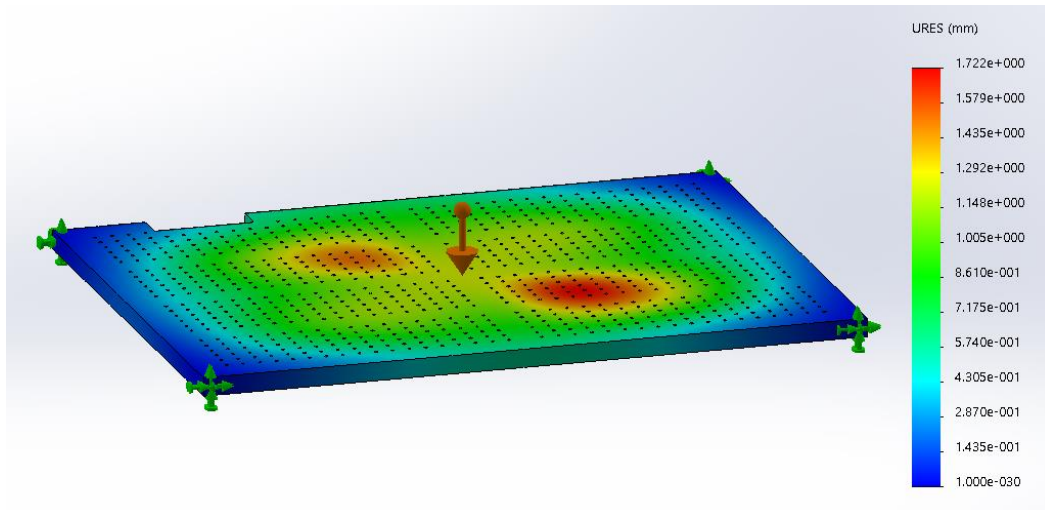


Imagen 29: Distribución desplazamiento plataforma en mm.

Tal como se aprecia en la *imagen 30*, el desplazamiento máximo que sufre es de 1.72mm, es un valor muy bajo, pero ya es correcto y no debería ser más grande que este, puesto que sino el paciente notaría el desnivel.

11.3 Sistema mecánico

Normalmente las piscinas con suelo movable tienen un mecanismo bajo el agua, estas funcionan mediante unos pistones hidráulicos, pero por la complejidad que presenta este diseño se ha optado por un sistema como el que se explica a continuación, este diseño es mucho más simple.

El sistema que se ha diseñado para poder desplazar esta plataforma será mediante unos tambores que irán colocados en los dos laterales más cortos de la piscina, en estos estarán sujetos los cables de acero que también se conectarán con los cáncamos. El mecanismo constará de dos ejes de diferentes diámetros, de este modo es necesario un acoplamiento flexible para que se pueda transmitir el par y las vueltas del motor.

A la hora de empezar a diseñar, lo primero que se ha calculado son las cargas que fijas que tendrá que levantar el motor.

En cuanto a la elección del motor, para saber cuál es el adecuado se han considerado una serie de factores como se indican en los cálculos del *anexo*, para asegurarse de que se pueda levantar en cualquier situación. Se tendrán en cuenta la circunstancia más desfavorable, que es cuando la plataforma se encuentra en cota cero, es decir en la superficie, ya que en esta posición se aplica la máxima fuerza, debido a que si la persona se encuentra en este punto tendrá su peso total, a medida que vaya bajando la plataforma el peso de la persona irá disminuyendo, es lo que se llama peso aparente mostrado en la *imagen 3*.

A parte de este peso, también se tiene que considerar el del conjunto de la plataforma, donde juega un papel muy importante la fuerza de empuje del agua, ya que gracias a esta se reduce el peso de la plataforma, otro factor que se ha considerado es el de la fuerza de fricción del agua que actúa en las superficies laterales de la armadura y en los huecos de la plataforma.

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

Junto con todos estos además se le añade el peso del cable, que es prácticamente despreciable. Se pueden ver los cálculos en el anexo.

El resultado del conjunto de todas estas fuerzas es de unos 9425N.

Como se levantará por las cuatro esquinas, constará de 4 cáncamos por lo tanto para saber la carga máxima que tiene que soportar, se tiene que dividir la carga total entre cuatro, según la norma EN 1677-4 la carga máxima de trabajo (*CMT*) tiene que ser 4 veces más grande, así que el resultado total será de 0.96T por cáncamo, el cáncamo escogido tiene una *CMT* de 1T, de esta manera cumple con las exigencias.

Una vez escogido el cáncamo se decidirá que cable utilizar, hay que regirse a la normativa UNE-EN ISO 7500-1, donde dice que los cables de acero tienen que tener un coeficiente de seguridad de 5, por lo tanto el cable tiene que aguantar una carga de 1200kg. Se ha escogido un cable de acero inoxidable AISI 316, de 4mm de diámetro que aguanta 1340kg. El tipo de cable es un torón warrington de 19(18x1), este tipo de cable ofrece una gran resistencia a la abrasión.

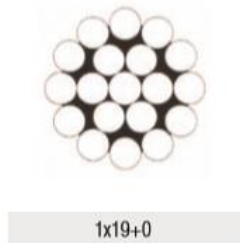


Imagen 30: Sección cable de acero Tenso

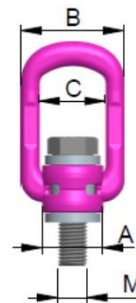


Imagen 31: Cáncamo Incomex

Se emplea un gripple con la finalidad de sujetar el cable al cáncamo mediante un lazo, sustituyendo a un gancho, se pueden ver las especificaciones de este en el Anexo.

Para poder calcular el par que se necesita para el motor es necesario saber el diámetro del tambor, se ha escogido un tambor estriado de acero AISI 316 empleado para las puertas de garajes, que aguanta 1500kg, de diámetro 0.22m y un agujero de 0.03mm de diámetro, las estrías del tambor tiene 0.006m de separación, de esta manera no hay problema con el cable para que encaje. No se ha escogido una polea ya que las poleas estriadas se utilizan para transmitir el movimiento.

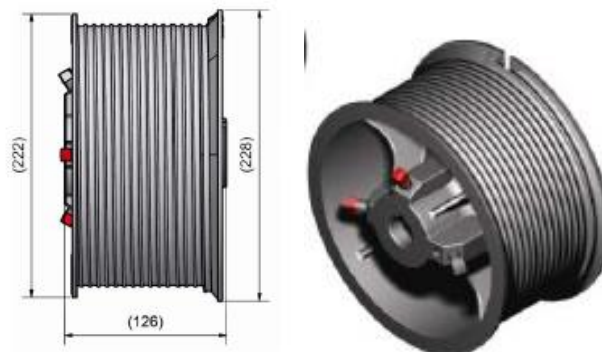


Imagen 32: Tambor de acero Doco doors


Una vez sabiendo el diámetro del tambor, se puede saber el par, la potencia y la velocidad a la que girará el tambor.

Teniendo un diámetro de 0.22m y una fuerza de 9425N el par que se obtiene es de 1037Nm, girará una velocidad de 1.73 rpm y una potencia de 471W teniendo en cuenta un rendimiento de un 80% y un factor de seguridad de 2.

El resultado de la potencia es demasiado bajo a causa de la velocidad de la plataforma, la velocidad lineal de esta es 0.02m/s, en total tardara en subir 1m y 45s hasta llegar a cota cero.

Se ha optado por un motor paso a paso, puesto que relación a reducir es muy alta, ya que normalmente los motores giran a más velocidad y estos no son capaces de reducir grandes velocidades, las características que tiene el motor de la casa *Yilmaz* son las siguientes:

Tipo	PV1504L-2E71M/4C
Vida útil	10000h
Potencia del motor (kW)	0.55
Potencia de salida (kW)	0.46
n(rpm)	1.77
Par de salida(Nm)	2493
Relación de reducción	508
Peso(kg)	64



Se ha escogido un motor con una protección IP55, el grado IP hace referencia a la norma internacional IEC 60529 Degrees of Protection, el primer dígito 5 quiere decir que tiene un sistema de protección contra los residuos de polvo, el siguiente dígito 5 es que está protegido chorros de agua de cualquier dirección se puede apreciar mejor en el *anexo*.

El agujero del motor es de unos 0.075mm, las dimensiones del motor se pueden ver en el *anexo*.

Se puede observar que este cumple con los exigencias, de esta manera es un motor válido para este proyecto.

Desde el motor saldrá un eje de la misma medida que la corona de este. Para poder transmitir el giro al tambor hace falta otro eje, que se acoplará con el eje saliente del motor mediante un acoplamiento flexible, de la casa Spidex, que se rige a la normativa DIN 6885, donde se acopla perfectamente a los dos ejes de diferentes diámetros.

Los ejes estarán hechos del acero inoxidable AISI 316. El eje que va en los tambores se hará a medida mediante un tornero, ya que es complicado encontrar un eje con las medidas necesarias. Este eje tiene una longitud de 4.338m.

Para comprobar si el eje aguanta a los esfuerzos, se ha simulado mediante el programa *Solidoworks 2015 Student Edition*.

Se ha aplicado 2 cargas en el eje justo donde va el tambor, la carga que se ha aplicado es la de la plataforma más la del tambor. Se ha fijado justo en la parte donde irán los soportes que tendrán un cojinete, como se puede ver en la *imagen 33* el eje a pesar de tener unas dimensiones tan grandes aguanta, pese a que en el lado izquierdo de este, está a punto de

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

superar su límite. Como era de esperar los esfuerzos más grandes se encuentran en el soporte.

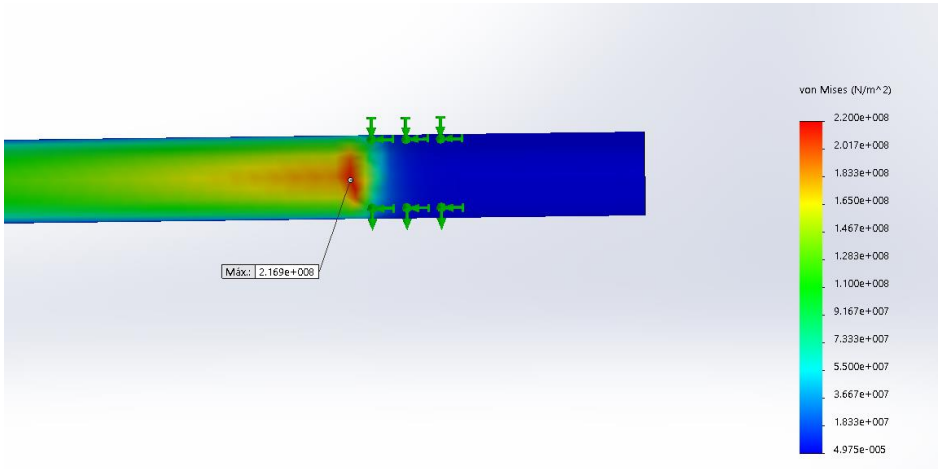


Imagen 33: Distribución Von Mises (MPa) eje diámetro 30mm

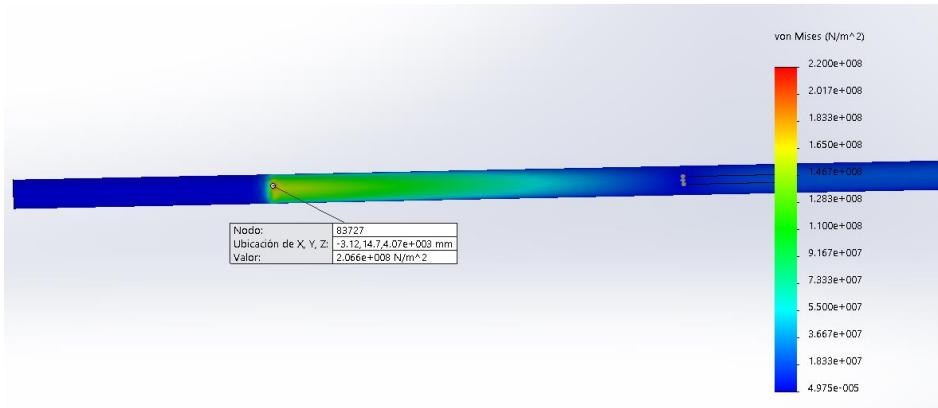


Imagen 34: Distribución Von Mises(MPa) eje diámetro 30mm (lado del motor)

Una vez comprobado que aguanta las el peso, ahora se procederá a la simulación del par, para comprobar si también aguanta esa torsión.

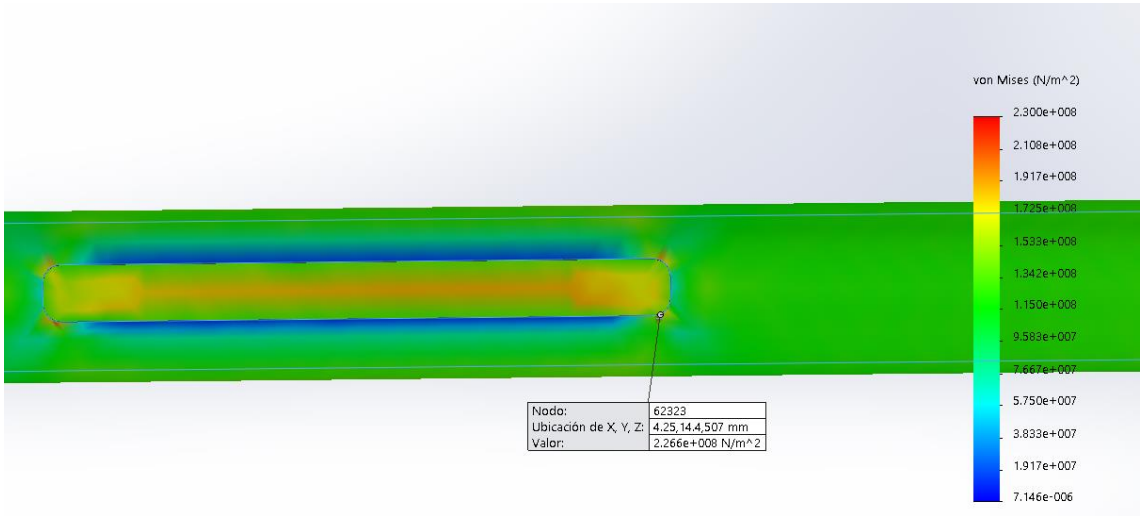


Imagen 35: Distribución máxima Von Mises (MPa) chavetero

Como se aprecia en la *imagen 36* el chavetero es el que más sufre ya que es el que transmite la rotación del eje al tambor. La tensión máxima que sufre son 2.26MPa y su límite elástico es de 30MPa por lo tanto aguanta el par.

Para transmitir el movimiento del eje al tambor hará falta una chaveta, para escoger las dimensiones de la chaveta se ha mirado en el catalogo OPAC que cumple con la normativa DIN 6885 A, se ha escogido un asiento fijo para la chaveta en el eje, de un material de acero C45. Las dimensiones de estas serán las siguientes:

Para un diámetro de 30 la b es 10mm y la h 8, la longitud de la chaveta se puede escoger, en este caso se han realizado unos cálculos como se pueden ver en el anexo para escoger la longitud de la chaveta, que es de 120mm.

Los esfuerzos máximos que sufre la chaveta se encuentran en dos esquinas tal como se muestra en la *imagen 38*, debido a que son los puntos donde se aplicara la fuerza máxima para poder llegar a transmitir el movimiento.

Se han hecho unos cálculos como se observa el anexo, considerando el límite elástico, dimensiones de la chaveta y el momento aplicado, se ha impuesto un factor de seguridad de 2, de esta manera se puede estar seguro de que la chaveta aguanta y no se romperá por cizalladura. El material del cual está hecha la chaveta es menos resistente que el eje porque sino la chaveta acabaría rompiendo el eje.

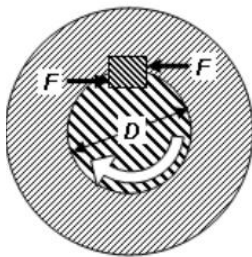


Imagen 37: Distribución de fuerzas en una chaveta

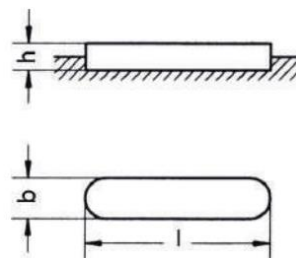


Imagen 36: Medidas chaveta

Y por último, para que el mecanismo acabe de funcionar tiene que tener unos soportes, dos de ellos serán para el eje donde va el tambor, estos tendrán un rodamiento para permitir el giro al eje, en este caso el conjunto Motor-eje estarán situados a una altura de unos 0.2m debido al tambor, porque sino este rozaría con el suelo y no giraría, para que se encuentre a esa altura se ha diseñado otro soporte.

También se ha diseñado otro soporte para el motor, ya que este no lleva. De esta manera se podrá aguantar y estar en equilibrio.

Los soportes se encuentran en el anexo. Ambos están hechos de hierro maleable. También se colocará una carcasa en todo el mecanismo por seguridad.

Para visualizar el diseño del mecanismo, todos los materiales nombrados se han dibujado en CAD, así que el resultado final es el siguiente:

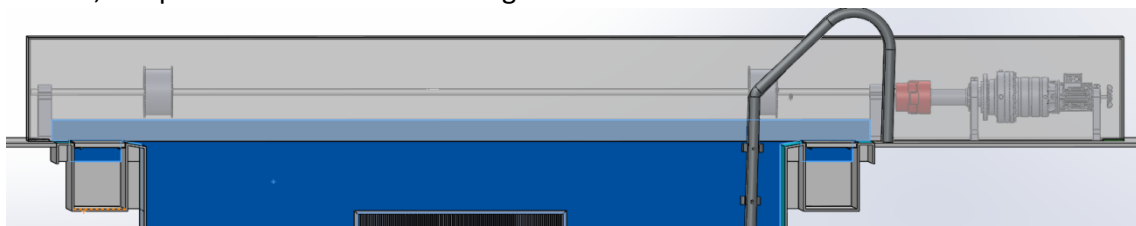


Imagen 38: Conjunto mecanismo montado vista lateral

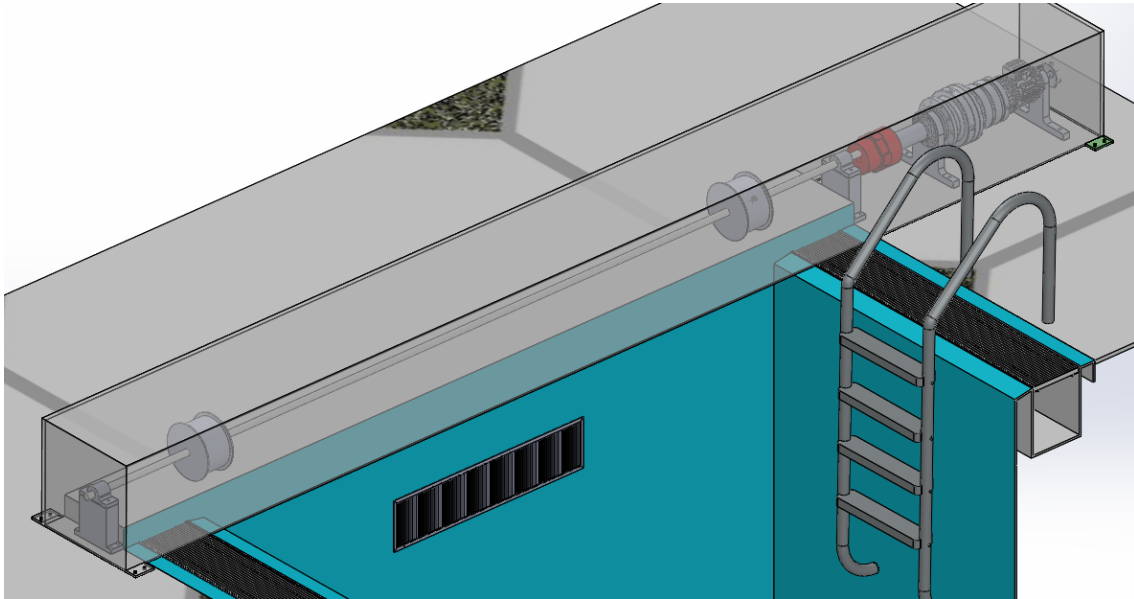


Imagen 39: Conjunto mecanismo montado vista isométrica

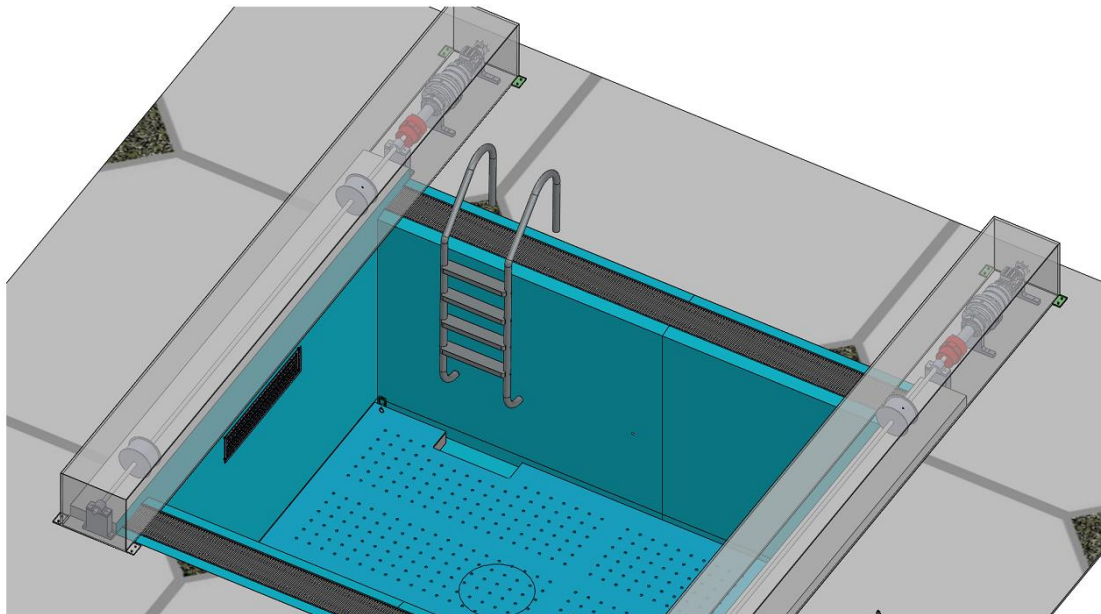


Imagen 40 Vista preliminar conjunto piscina

11.4 Circuito hidráulico.

El correcto tratamiento del agua pasa siempre por un buen diseño y dimensionado de la instalación que garantiza una buena recirculación y homogenización del agua.

Para diseñar el circuito, lo primero que hay que tener en cuenta es el filtro, como se ha explicado antes hay diferentes tipos de filtros, en este caso se escogerá el más común que es el de arena, este filtro puede llegar tamizar partículas de 40 micras. Para saber que diámetro de filtro coger lo primero que se tiene que saber es cuanto caudal se tiene que filtrar por hora, en este caso al tratarse de una piscina de terapia, según la normativa NIDE el tiempo mínimo de filtración tiene que ser de 2 horas. Para el tamaño de esta piscina se han hecho unos cálculos que se encuentran en el anexo, el resultado dice que se necesita un filtro de un diámetro de 600 que puede llegar a filtrar hasta 14l/h .

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

El filtro tendrá una entrada y dos salidas, una de las salidas será la que retorne el agua al circuito y la otra irá directamente al desagüe, esta se activará mediante la válvula selectora, el filtro tiene un indicador el cual dice cuando el agua no está filtrada, cuando ocurra esto se procede a abrir la válvula, normalmente se la deja abierta durante 1min o un poco más dependiendo de lo que indique el filtro.

Una vez escogido el filtro se tiene que elegir la bomba, esta no puede tener un caudal más grande que el filtro, ya que sino se crearían canales preferentes y el agua no llegaría a filtrarse, en este caso se ha escogido una bomba de 1CV que es suficiente para poder filtrar toda el agua. Se pueden ver las características de esta en el *anexo*.

Ahora que se tiene el filtro y la bomba, al tratarse de una piscina interior y terapéutica hace falta un sistema para calentar el agua.

Hay múltiples sistemas para calentar el agua, calentadores eléctricos, solares, bombas de calor e intercambiador de calor. Para esta piscina se ha escogido una bomba de calor ya que es una de las maneras más económica para calentar el agua, con una potencia máxima de 9kW.

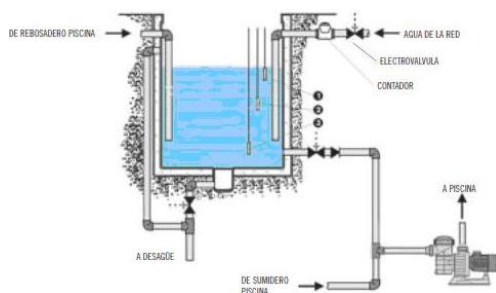
La piscina constará de un sumidero que cumple con la normativa EN-13451-1 este se colocará en el fondo de la piscina, que admite un caudal máximo de 13m³/h.

La piscina tiene que tener unas boquillas de impulsión, como dice la normativa NIDE las boquillas tienen que colocarse en los laterales donde se encuentra el rebosadero. Se han escogido unas boquillas que admiten un caudal de 4.5m³/h, de esta manera solo se necesitarán 3 (anexo). Están situadas a una altura de 0.790m (en el medio).

Las tuberías tienen que tener un diámetro de 0.05m, como indica la misma normativa NIDE, cuando no se superan los 50m³ basta con un tubo de este tamaño y de PN10.

Para que todo esto funcione y llegue el caudal necesario a la piscina, se tiene que colocar un armario de control en el vaso de compensación. El consta de 3 sondas que están situadas a tres niveles y funciona de la siguiente manera.

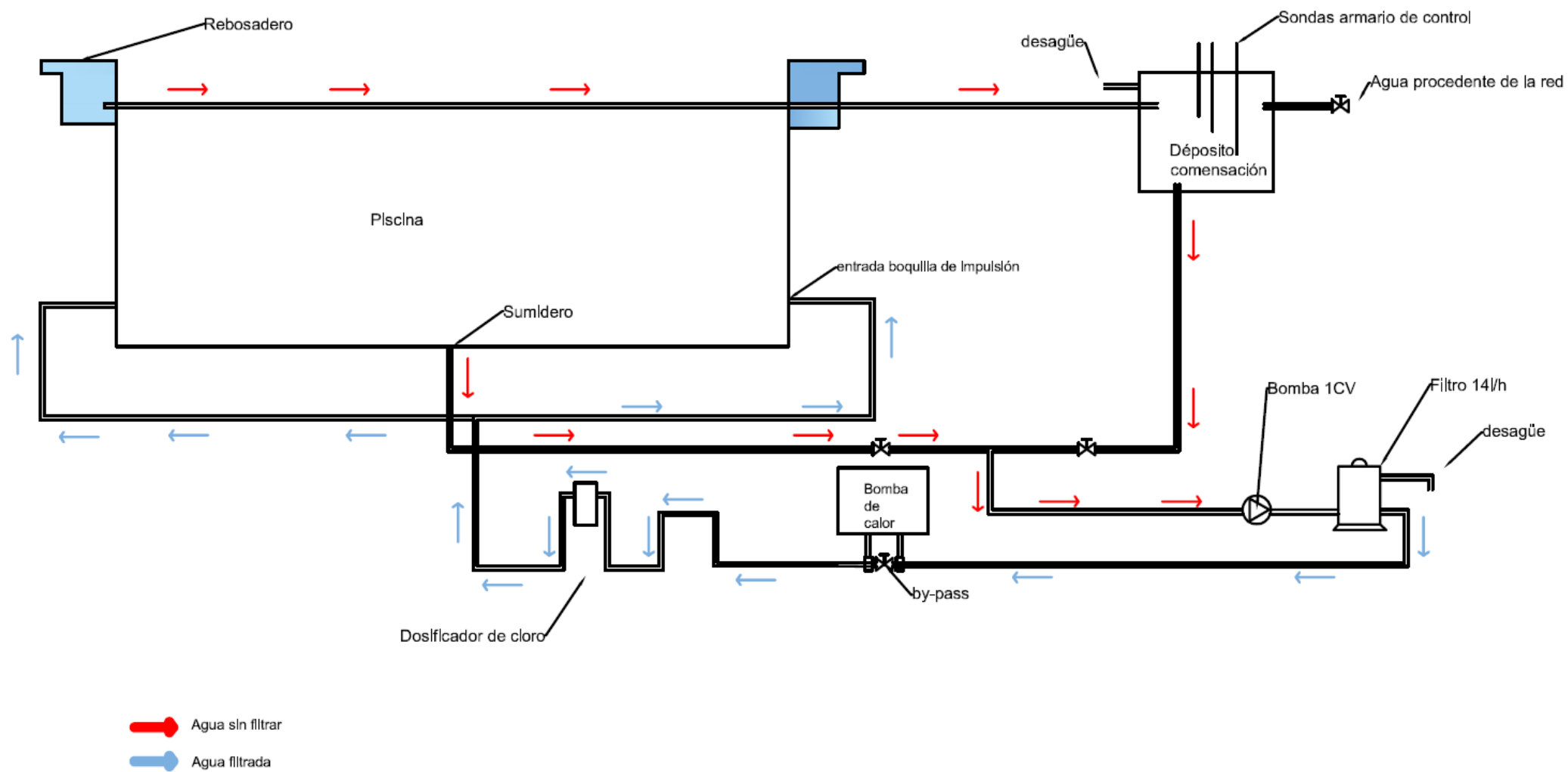
- la sonda situada a menor altura indica si el vaso consta de el nivel mínimo de agua para el bombeo, si es el caso de que no cumple con este requisito se abre la electroválvula de 220V.
- El nivel de llenado tiene la sonda en el medio, esta da señal a la electroválvula para mantener este nivel.
- El nivel de arranque forzado que el que se encuentra a más altura, gracias a esta sonda se arranca el grupo de bombeo cuando se llega a nivel del desagüe.



Por último se utilizará un dosificador de cloro, para evitar tener que calcular el pH del agua.

Todas las válvulas del circuito estarán abiertas excepto la del desagüe.

Imagen 41: Armario de control 3 sondas AstralPool



12. PRESUPUESTO

Todo proyecto tiene que tener un presupuesto, se ha realizado este, así se puede hacer una idea de cuánto costaría llevar al cabo este proyecto. Se especificará el coste de todos los materiales empleados desde los tornillos hasta el vaso.

Se dividirá en 3 partes:

- Vaso + plataforma
- Sistema mecánico
- Sistema hidráulico

VASO Y PLATAFORMA	PRECIO
Vaso	4.872,60 €
Canal	186,00 €
Plataforma	1.738,00 €
Armadura	1.500,00 €
Reja salida de agua	37,00 €
Reja entrada de agua	37,00 €
Rejillas rebosadero	235,20 €
Perfil rebosadero	299,00 €
Escalera	139,00 €
	9.043,80 €

SISTEMA MECÁNICO	PRECIO
Cáncamos	259,36 €
Tuercas M14	3,96 €
Cables de acero	6,05 €
Gripper	52,00 €
Tambores	200,00 €
eje diámetro 30mm	275,09 €
Eje diámetro 75mm	158,73 €
Soportes	24,70 €
Motor	536,00 €
Acoplamiento elástico	64,02 €
Carcasa de vidrio	1.360,80 €
Tornillo M10	15,20 €
	2.955,90 €

SISTEMA HIDRÁULICO	PRECIO
Filtro	288,00 €
Bomba	209,00 €
depósito compensación	1.053,21 €
Cuadro de compensación	850,00 €
Bomba calor	1.090,00 €
boquillas	128,70 €
sumidero	29,00 €
Cloro	120,00 €
tubos	64,20 €
	3.832,11 €

En total, construir la piscina cuesta aproximadamente unos 16.000€, sin tener en cuenta la mano de obra, solo el material.

13. CONCLUSIÓN

Durante el desarrollo de este proyecto se ha realizado el diseño de una piscina de entrenamiento y recuperación para gente discapacitada, mediante corriente de agua forzada.

Antes de empezar a diseñar se ha investigado sobre las propiedades del agua, por este motivo se ha enfocado más hacia el ámbito terapéutico.

Normalmente las piscinas hechas para este propósito, no tienen demasiada profundidad, pero al observar que cuanto más profunda es, más fácil es la rehabilitación. Se optó por un sistema mecánico para tener diferentes alturas.

Para que este proyecto funcione se han elaborado una serie de cálculos y de simulaciones, se ha tenido en cuenta:

- el diseño del vaso
- el circuito de recirculación del agua
- sistema mecánico.

Se ha elaborado un sistema para elevar una plataforma que ocupa toda la base del vaso, de esta manera se facilita la inmersión a los discapacitados.

A la hora de escoger los materiales que comprenden este mecanismo, se han escogido los que más se ajustaban a los cálculos.

El punto más crítico de este proyecto es el eje del sistema mecánico, debido a que a la hora de escoger un tambor que se ajustase al tamaño de la piscina, no los habían, y se optó por uno de tamaño medio y con un agujero pequeño, el cual hace sufrir más a los esfuerzos que tiene que transmitir.

El sistema de propulsión, se ha escogido uno ya fabricado y homologado, puesto que no hay una normativa específica para este.

El tema de las normativas ha sido muy complicado, ya que no se tiene acceso a todas y se ha hecho el trabajo a partir de catálogos, que estos las rigen.

Uno de los motivos por el cual las piscinas de rehabilitación no están en uso, es por el coste que suponen, la meta era diseñarla con un precio asequible. Para ello se ha realizado un presupuesto el cual acaba de corroborar que el diseño es factible.

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/bases_fisicas_de_la_hidroterapia.pdf

Principia Málaga. Tensión superficial, [En línea] 2015. [Consulta: 20/07/2016]. Disponible en: http://www.principia-malaga.com/p/images/pdf/tension_superficial.pdf

Tenopalarr. Cohesión, adhesión, tensión superficial, [En línea] 2016. [Consulta: 30/07/2016]. Disponible en: <http://tenopalarr.blogspot.com.es/2012/06/cohesion-adhesion-tension-superficial.html>

Anexos

Anexo I

Cálculo

Cálculos del vaso

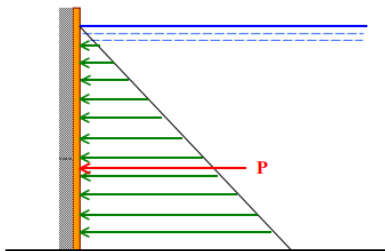
Es necesario saber si el grosor de la fibra escogida aguanta la presión del agua. Por este motivo se ha calculado la presión en todo el vaso.

La presión en el fondo del vaso es la siguiente:

$$P = \rho_{h2o} \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9.81 \cdot 1.82736 = 12629Pa$$

La presión en las paredes será diferente, cuanto más profundidad más grande será la presión.

Cualquier pared plana que contenga un líquido, soporta en cada uno de sus puntos una presión definida como la altura de superficie libre del líquido al punto considerado, siempre que se trate de recipientes abiertos. Por lo tanto todas las fuerzas de presión paralelas tendrán una resultante P. A continuación se harán los cálculos para la pared del vaso.



$$P = \rho \cdot g \cdot \frac{h}{3} \cdot A_{pared} = 1000 \cdot 9.8 \cdot \frac{1.82736}{3} \cdot 5.54 = 42663N$$

$$P = \rho \cdot g \cdot \frac{h}{3} \cdot A_{pared} = 1000 \cdot 9.8 \cdot \frac{1.82736}{3} \cdot 7.18 = 55232N$$

Se calcula solo en dos paredes ya que las otras son simétricas.

Cálculo Motor

Para calcular el par, la velocidad y la potencia que tiene el motor, primero hay que saber el peso total a levantar.

$$M_{plataforma} = 660.078kg$$

$$M_{armadura} = 293.214kg$$

$$M_{plat+arm.} = 953.292kg \rightarrow F_{plat+arm.} = 953.292 \cdot 9.81 = 9351.79N$$

En el caso de la plataforma actúa una fuerza de empuje (Principio de Arquímedes), de este modo tendremos que restar esta fuerza a la hora de levantar la plataforma.

$$F_{empuje} = \rho_{H2O} \cdot g \cdot V_{plataforma} = 1000 \cdot 9.81 \cdot 0.1173 = 1150.51N$$

Por lo tanto la fuerza total de la plataforma es:

$$F_{plat} = 9351.79 - 1150.51 = 8201.28N$$

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

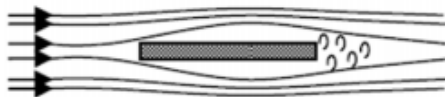
Otra fuerza que actúa es la de fricción, esta estará en contacto con la parte lateral de la plataforma y los huecos.

$$v_{\text{plataforma}} = 0.02 \text{ m/s}$$

$$s_{\text{armadura}} = 1.4 \text{ m}^2$$

$$s_{\text{agujeros}} = 2\pi \cdot \frac{d}{2} \cdot h = 2\pi \cdot \frac{0.02}{2} \cdot 0.01 \cdot n_{\text{agujeros}} = 6.283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 857 = 0.538 \text{ m}^2$$

$$C_d = 100$$



$$(\%C_D)_{\text{presión}} = 0$$

$$(\%C_D)_{\text{fricción}} = 100$$

$$F_{\text{lateral}} = C_d \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot s \cdot \frac{v_{\text{plat.}}^2}{2} = 100 \cdot 1000 \cdot 1.4 \cdot \frac{0.02^2}{2} = 28 \text{ N}$$

$$F_{\text{agujeros}} = C_d \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot s \cdot \frac{v^2}{2} = 100 \cdot 1000 \cdot 0.538 \cdot \frac{0.02^2}{2} = 10.77 \text{ N}$$

$$F_{\text{total fric.}} = 38.77 \text{ N}$$

También se tendrá en cuenta el peso del cable

$$M_{\text{cable}} = 0.0793 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 2.5 \text{ m} = 0.198 \text{ kg}$$

$$M_{\text{total cables}} = 4 \cdot 0.198 = 0.793 \text{ kg}$$

$$F_{\text{cable}} = 7.78 \text{ N}$$

Para comprobar que el motor pueda elevar esta plataforma con persona, también se ha contado el peso de esta.

$$M_{\text{persona}} = 120 \text{ kg}$$

$$F_{\text{persona}} = 120 \cdot 9.81 = 1177.2 \text{ N}$$

Por lo tanto el peso total a levantar es de:

$$F_{\text{Total}} = 9425.03 \text{ N}$$

Una vez se tiene esta fuerza, se procede a calcular el par.

$$r_{\text{tambor}} = 0.11 \text{ m}$$

$$M = F \cdot r = 9425.03 \cdot 0.11 = 1036.75 \text{ Nm}$$

$$v = r \cdot \omega \rightarrow \omega = \frac{0.02}{0.11} = 0.18 \text{ rad/s}$$

$$P = M \cdot \omega = 1036.75 \cdot 0.18 = 188.6 \text{ W}$$

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

$$P_{\text{útil}} = \frac{P}{n} = \frac{188.6}{0.8} = 235.75$$

Se pondrá un factor de seguridad de 2.

$$P_{\text{total}} = 235.75 \cdot 2 = 471.5W$$

Cálculo cable

Para calcular la fuerza que se le puede aplicar al cable, se tiene que tener en cuenta un factor de seguridad. La norma UNE-EN ISO 7500-1 dice que el factor de seguridad para los cables de acero tiene que ser de 5.

$$FS = 5$$

$$F_{\text{total}} = 9424.24N \rightarrow Q = \frac{F}{9.81} = 960.67kg$$

$$Q_{\text{cable}} = \frac{960.67}{4} = 240.17kg \text{ por cable}$$

$$FS = \frac{Q}{Q_{\text{cable}}} \rightarrow Q = 1200kg$$

Cálculo chaveta

Como el cubo del tambor viene dado con unas dimensiones, se tiene que calcular si la chaveta aguanta el esfuerzo de cizalladura. Para este cálculo se aplica el criterio de Tresca.

Las dimensiones de la chaveta son:

$$b = 10$$

$$h = 8$$

Aplicando Tresca se escogerá la longitud de la chaveta, se ha escogido un factor de seguridad de dos.

$$FS = 2$$

$$l \geq \frac{4 \cdot M \cdot FS}{D_{\text{eje}} \cdot b \cdot S_y} = \frac{4 \cdot 1036000 \cdot 2}{30 \cdot 10 \cdot 230} = 120.46mm$$

Así que la longitud que se elegirá será de 120mm.(anexo catálogos)

Cálculo cáncamo

A la hora de escoger el cáncamo también se tiene que considerar el factor de seguridad, en este caso según la normativa EN1677 los cáncamos tienen un FS=4.

$$CMT = FS \cdot Q = 4 \cdot 240.57 = 963T$$

Así que a la hora de buscar el cáncamos hay que escoger uno que tenga una carga máxima de trabajo, igual o superior a esta.

Cálculo Circuito hidráulico

TFG: Diseño de una piscina de entrenamiento y/o rehabilitación unipersonal con corriente de agua forzada

Para poder diseñar el circuito hidráulico se necesita saber el volumen total de agua que tiene la piscina.

$$V_{\text{vaso}} = 3.09460 \cdot 1.82763 \cdot 4.01 = 22.68\text{m}^3$$

A este le restaremos el volumen de la plataforma

$$V_{\text{ensamblaje plat.}} = 0.164\text{m}^3$$

El volumen total de agua es:

$$V = 22.50\text{m}^3$$

A partir de este volumen se puede escoger el filtro. Para una piscina terapéutica tiene que tardar mínimo 2h de filtrado según la normativa NIDE.

Para saber el caudal que tiene que pasar en el filtro se hacen los siguientes cálculos:

$$Q = \frac{V}{h} = \frac{22.5}{2} = 11.25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por lo tanto el filtro tiene que tener como mínimo este caudal. El filtro que se ha escogido es de 14.000l. No se ha escogido una más pequeño porque la bomba solo admite 11.5l, si se escoge un filtro más pequeño se podrían crear canales preferentes.

Para saber el número de boquillas de impulsión que se necesitan después del filtrado, depende del caudal que acepten estas.

Se ha escogido unas boquillas de un caudal 4.5 m3/h por lo tanto se necesitaran:

$$n_{\text{boquillas}} = \frac{Q_{\text{circula}}}{Q_{\text{boquilla}}} = \frac{14}{4.5} = 3.1$$

Se necesitan 3 boquillas para retornar el agua al vaso.

Anexo II

Normativa

Apéndice

7.2

Definición y Tabla del Grado de Protección (IP), acorde a DIN EN IEC 60529

Definición del grado/índice de protección acorde a DIN EN IEC60529

Los niveles de protección están indicados por un código compuesto por dos letras constantes "IP" y dos números que indican el grado de protección. Por ejemplo: IP54

Ejemplo:

Ejemplo: Código IP65

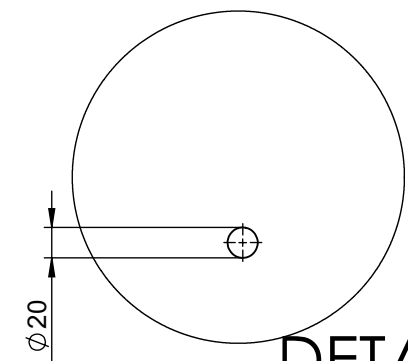
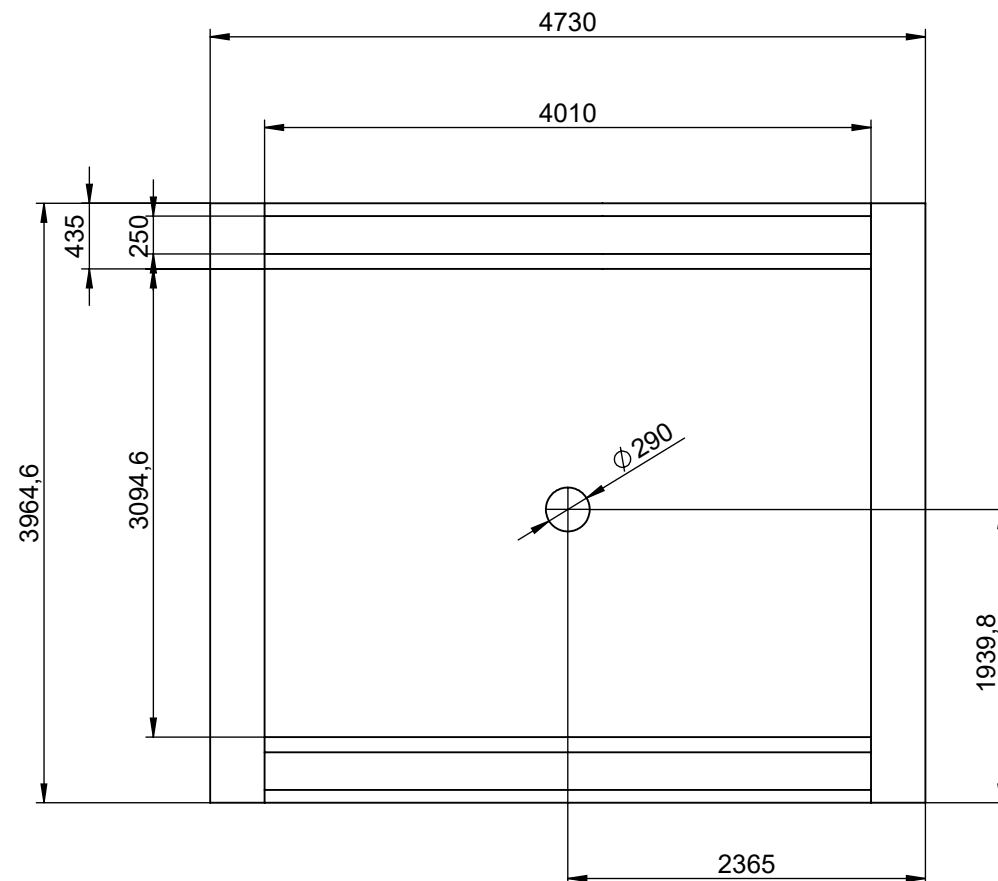
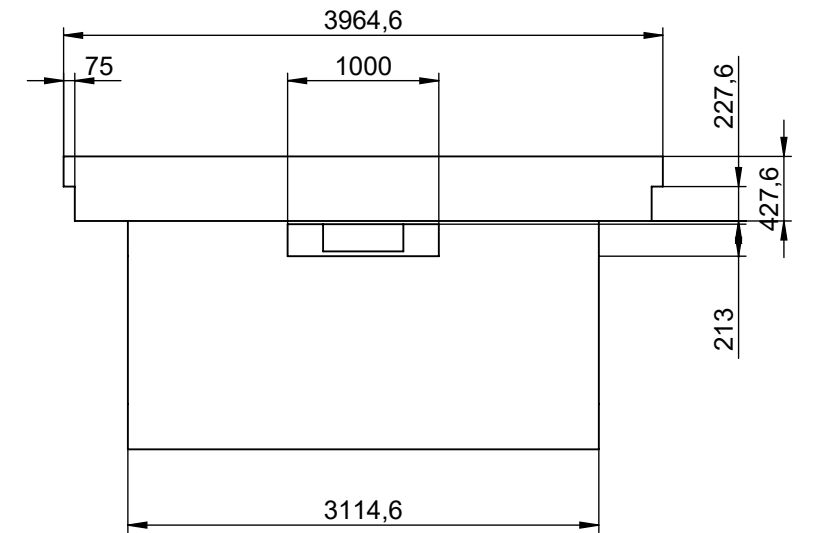
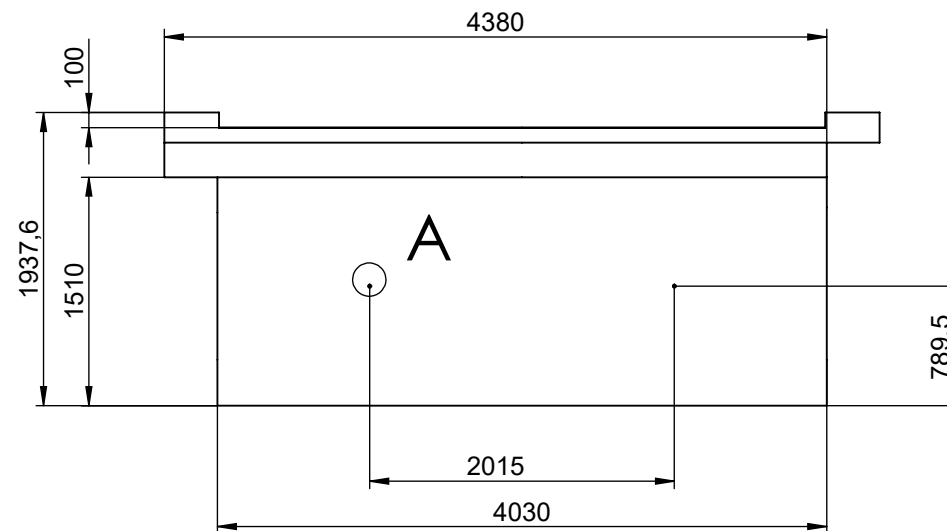
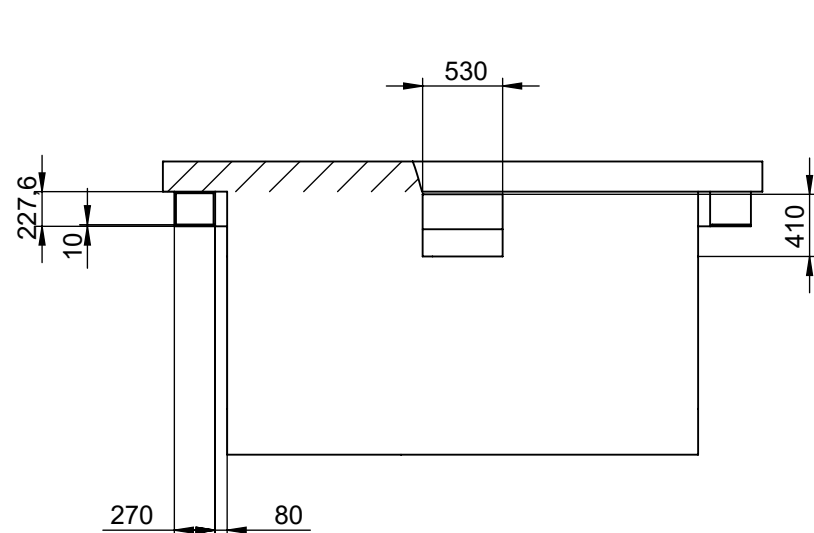
Primer Índice: — Protección contra el ingreso de cuerpos sólidos.

Segundo Índice: — Protección contra líquidos.

Grado de protección contra la introducción de cuerpos sólidos			Grado de protección al agua		
Primer Índice	Descripción	Alcance de la protección	Segundo Índice	Descripción	Alcance de la Protección
0	Sin protección	Sin especial protección para personas contra un contacto directo de piezas móviles internas y las externas con vida. Sin protección a los equipamientos contra el ingreso de objetos sólidos externos.	0	Sin protección	Sin ninguna protección especial
1	Protección contra los cuerpos sólidos grandes	Protección contra el contacto accidental de grandes áreas con vida y partes interiores con movimiento, por ejemplo: la parte posterior de la mano. Pero sin protección contra el acceso deliberado del mismo. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor que 50 mm.	1	Protección contra el goteo de agua vertical (condensación)	La caída vertical de gotas de agua no debe causar daños
2	Protección contra los cuerpos sólidos medianos	Protección contra el contacto entre los dedos y las partes interiores móviles. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 12,5mm.	2	Protección contra el goteo de agua inclinada verticalmente	La caída de gotas de agua con hasta un ángulo de 15° de la vertical desde cualquier dirección, no debe causar daño.
3	Protección contra los cuerpos sólidos pequeños	Protección contra el contacto entre las piezas móviles internas y herramientas, cables, hilos... con un espesor mayor a 2,5mm. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 2,5mm.	3	Protección contra agua en spray	La caída de gotas de agua con hasta un ángulo de 60° de la vertical desde cualquier dirección, no debe causar daño. (lluvia)
4	Protección contra los cuerpos sólidos muy pequeños (granulados)	Protección contra el contacto entre las piezas móviles interiores y herramientas, cables, hilos... con un espesor mayor a 1mm. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 1mm.	4	Protección contra las salpicaduras de agua	Las salpicaduras de agua desde cualquier dirección, no deben de causar daños al interior.
5	Protección contra los residuos de polvo	Protección contra el contacto entre las piezas móviles interiores y el ingreso de polvo. El ingreso no se previene completamente, pero el polvo no puede penetrar en tales cantidades que puedan afectar al funcionamiento correcto del mismo.	5	Protección contra chorros de agua de cualquier dirección con manguera	Los chorros de agua producidos con manguera y desde cualquier dirección, no deben de causar daño al interior.
6	Protección total contra la penetración de cualquier cuerpo sólido (estanqueidad)	Protección total contra el contacto de las piezas móviles interiores. Protección contra cualquier ingreso de polvo.	6	Protección contra inundaciones	La cantidad de agua que se introduzca, en casos de inundación esporádica o temporal, no debe dañar el interior, por ejemplo, los golpes de mar.
			7	Protección contra la inmersión temporal	La cantidad de agua que se introduzca, en caso de sumergir el equipamiento en específicas condiciones de presión entre 1 y 30 minutos, no debe dañar las piezas internas del mismo.
			8	Protección durante inmersión continua	El agua que se pueda introducir, si sumergimos el equipamiento al menos con 2 horas y con una presión de 2 bares (para los racores HelaGuard IP68 No Metálicos) y de 5 horas y con una presión de 5 bares (para los racores HelaGuard IP68 Metálicos), no deben producir daño en el interior.
			9k	Protección contra la introducción de agua usando pistolas de limpieza de alta presión	El agua que se introduzca en el interior, producida al utilizar pistolas de limpieza con agua de alta presión, no deben causar daño interior.



HellaMannTyton

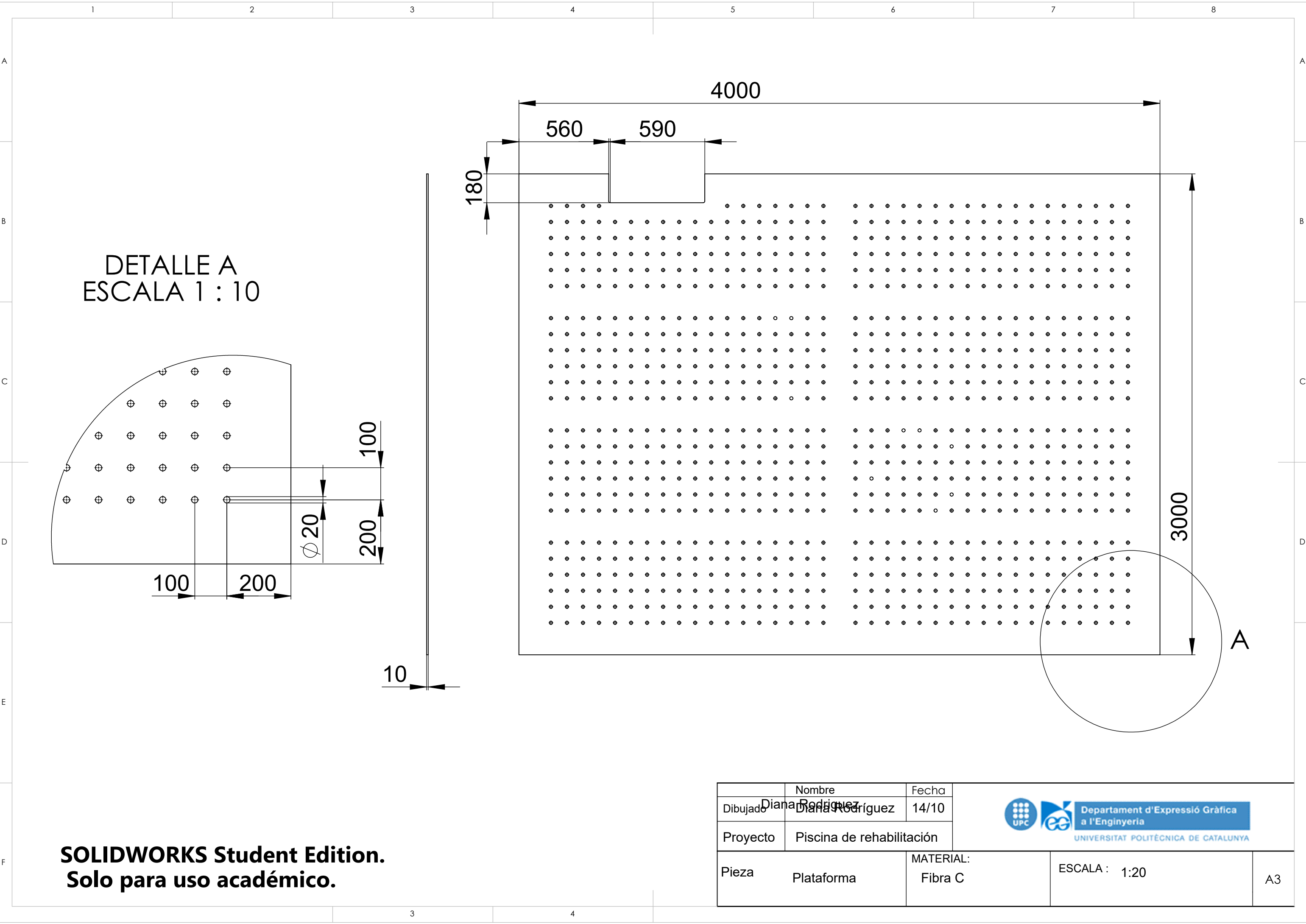
567



DETALLE A
ESCALA 1 : 5
Boquilla



SOLIDWORKS Student Edition.
Solo para uso académico.

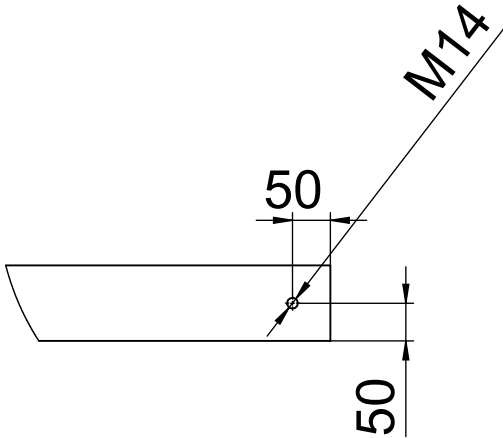
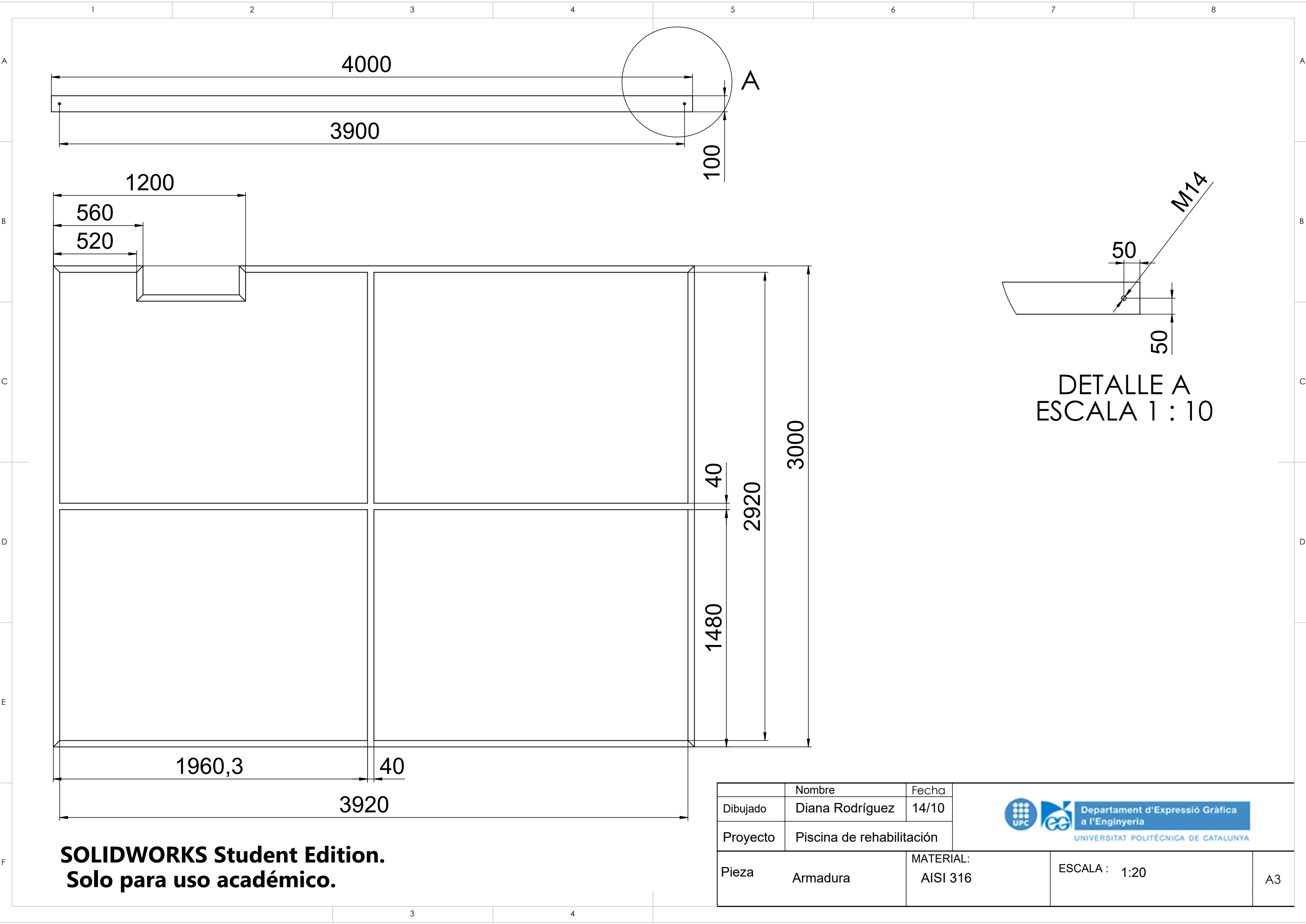
	Nombre	Fecha	<div><div>Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria</div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div></div>		
Dibujado	Diana Rodríguez	14/10			
Proyecto	Piscina de rehabilitación				
Pieza Vaso		MATERIAL: Fibra C		ESCALA : 1:50	A3
				Cotas: mm	



DETALLE A
ESCALA 1 : 10



SOLIDWORKS Student Edition.
Solo para uso académico.

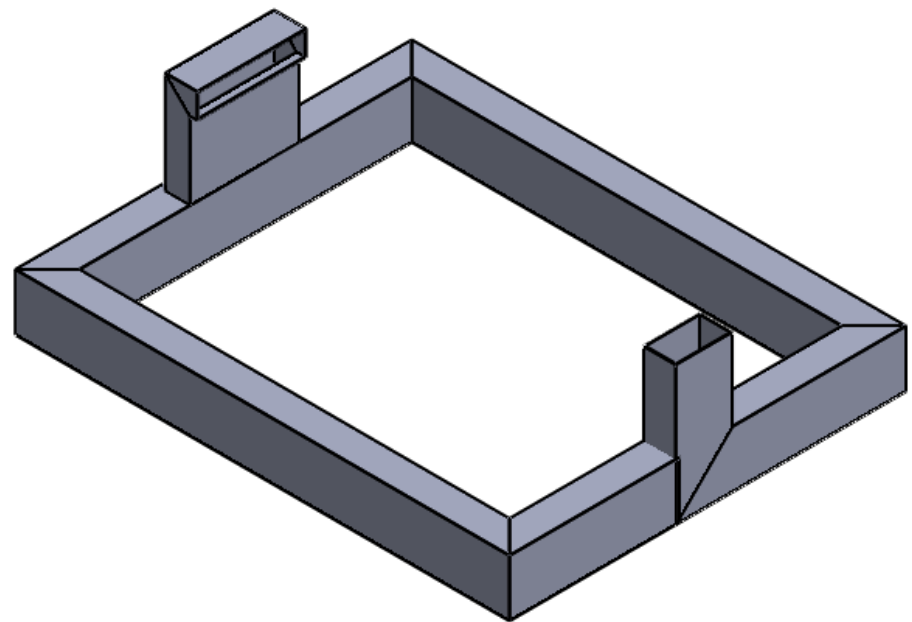
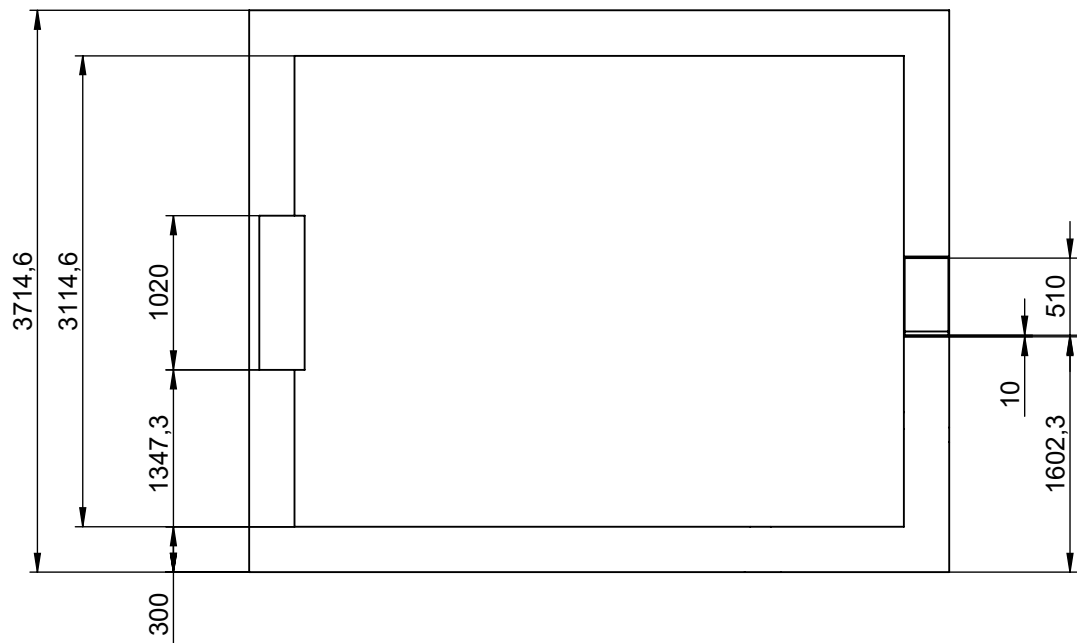
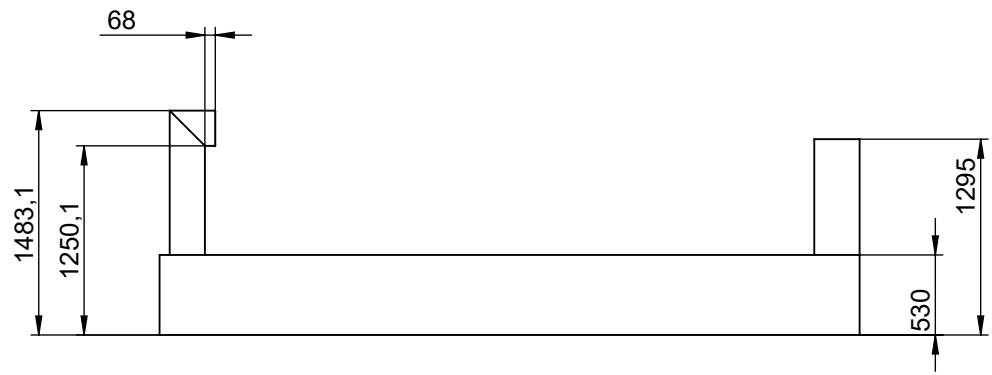
Dibujado	Nombre	Fecha	  Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA		
	Diana Rodríguez	14/10			
Proyecto	Piscina de rehabilitación				
Pieza	Plataforma	MATERIAL: Fibra C		ESCALA : 1:20	A3





DETALLE A
ESCALA 1 : 10

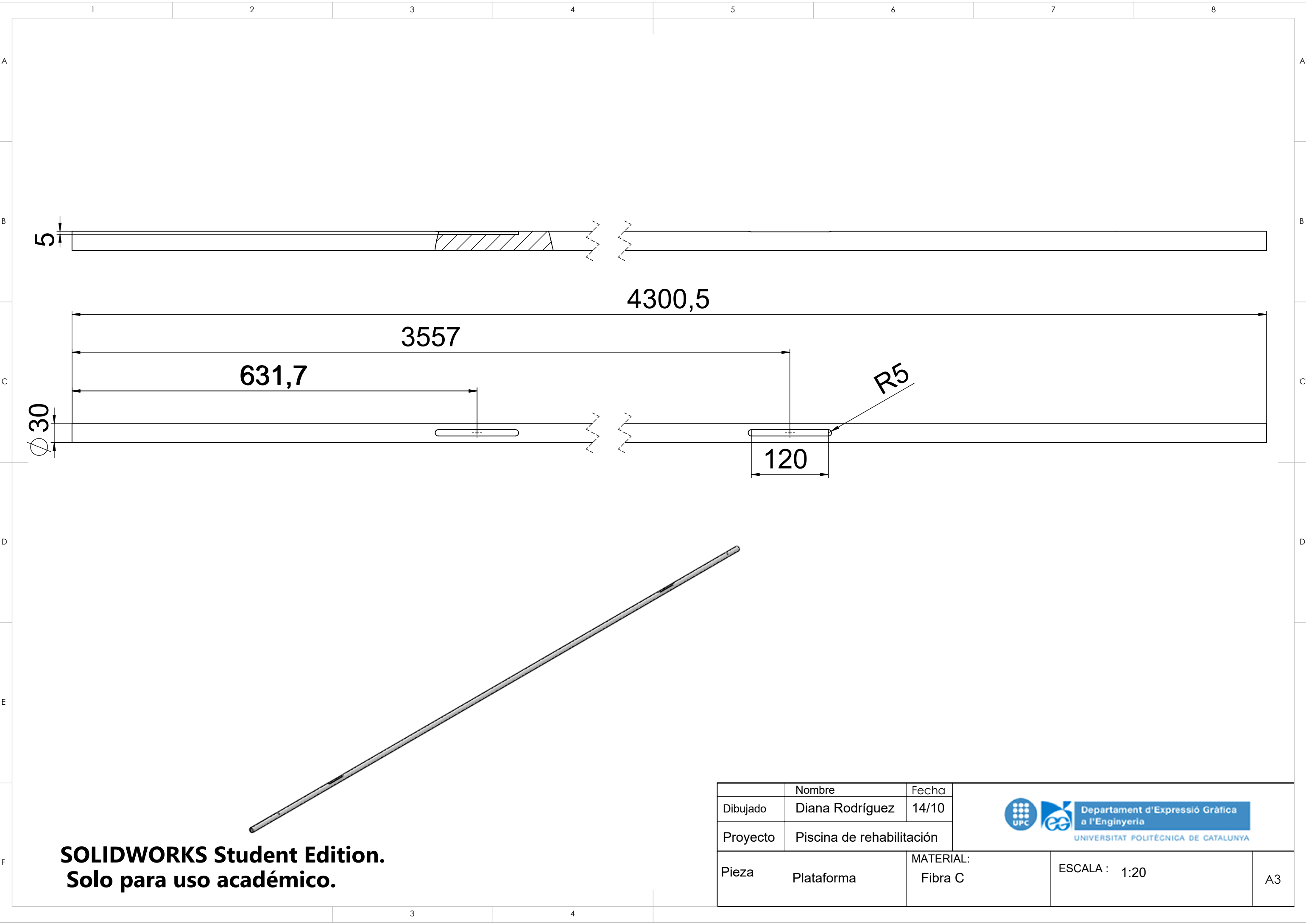
SOLIDWORKS Student Edition.
Solo para uso académico.

	Nombre	Fecha	<div><div>Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria</div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div></div>		
Dibujado	Diana Rodríguez	14/10			
Proyecto	Piscina de rehabilitación				
Pieza	Armadura	MATERIAL: AISI 316		ESCALA : 1:20	A3





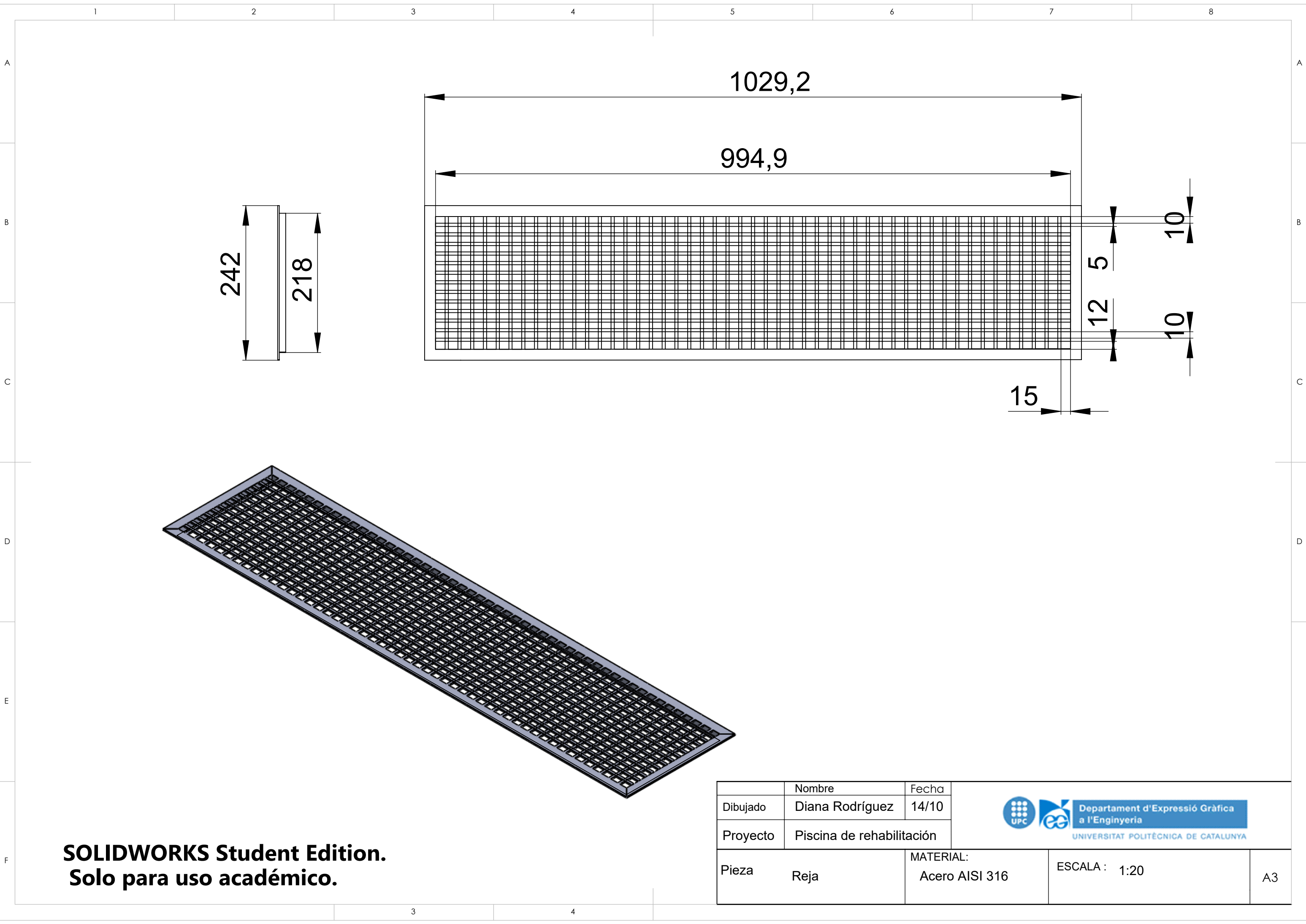
SOLIDWORKS Student Edition.
Solo para uso académico.

	Nombre	Fecha	<div><div></div><div>Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria</div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div></div>		
Dibujado	Diana Rodríguez	14/10			
Proyecto	Piscina de rehabilitación				
Pieza canal		MATERIAL: AISI 316	ESCALA : 1:50		A3



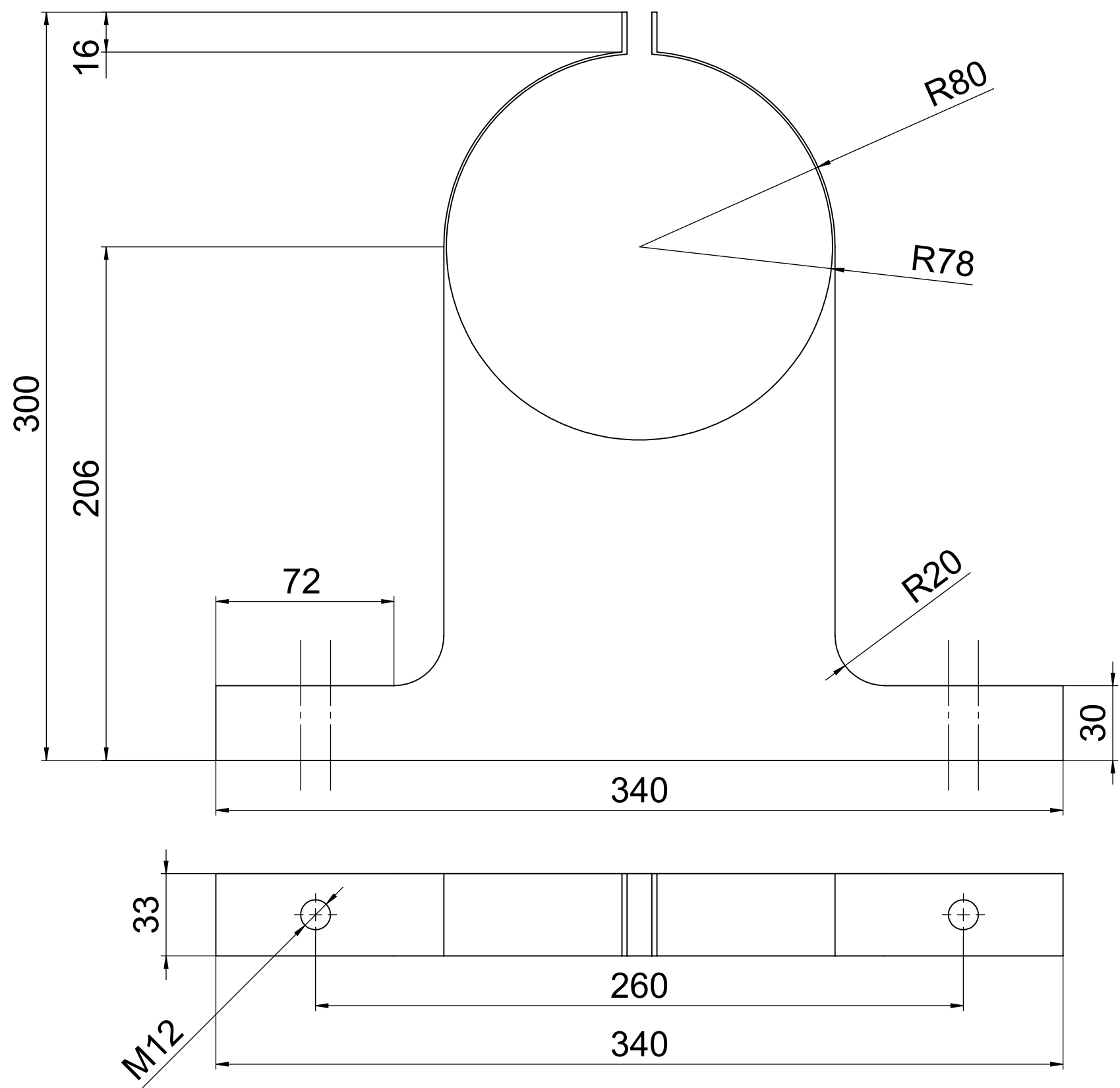
SOLIDWORKS Student Edition.
Solo para uso académico.

	Nombre	Fecha	<div><div>Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria</div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div></div>		
Dibujado	Diana Rodríguez	14/10			
Proyecto	Piscina de rehabilitación				
Pieza	Plataforma	MATERIAL: Fibra C		ESCALA : 1:20	A3





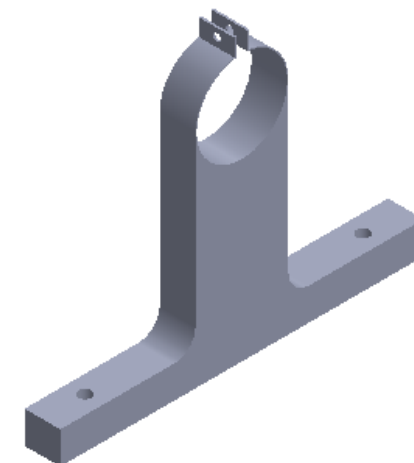
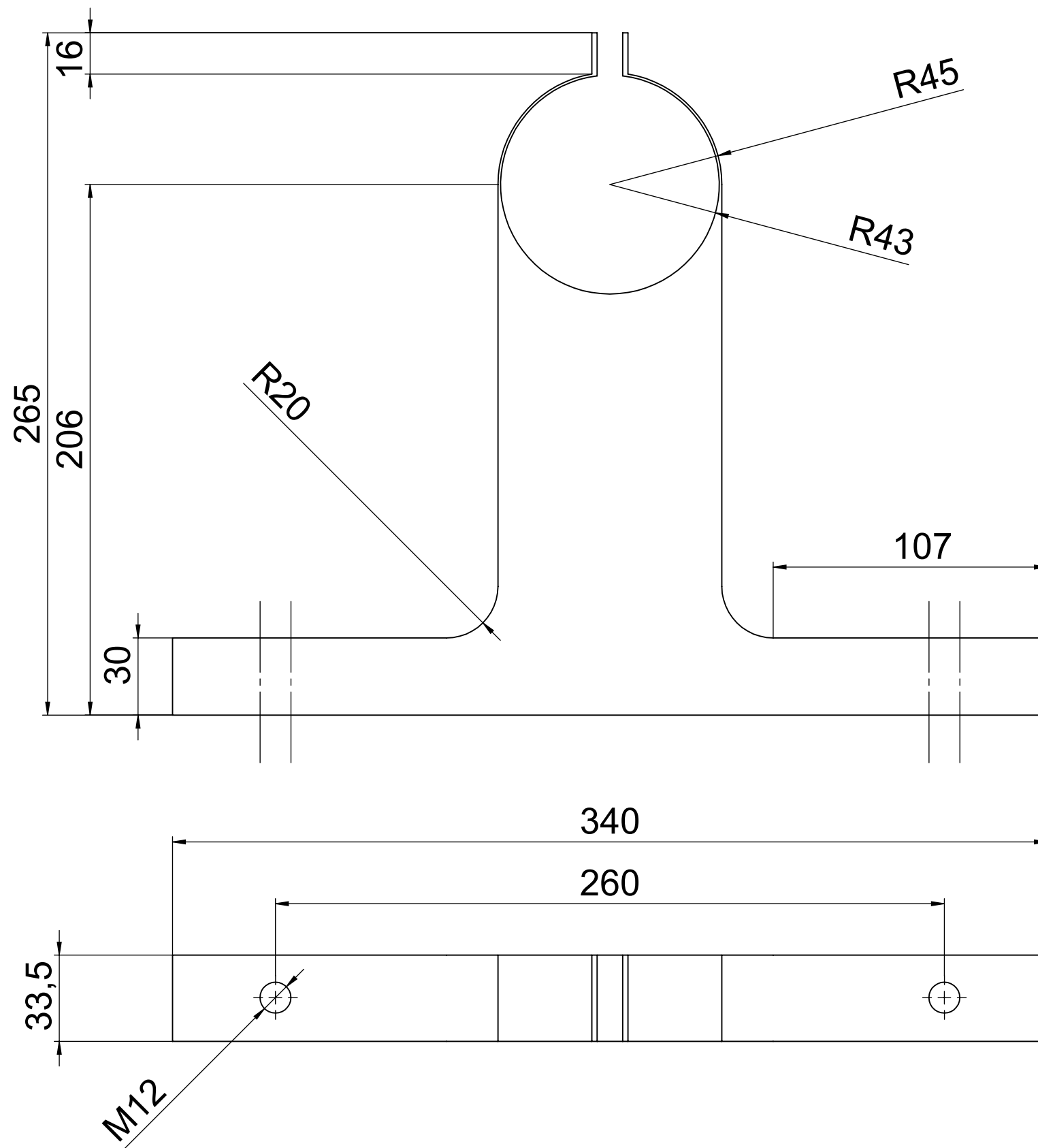
SOLIDWORKS Student Edition.
Solo para uso académico.

	Nombre	Fecha	<div><div><div><div></div></div><div>UPC</div></div><div><div><div></div></div><div>ee</div></div><div>Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria</div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div></div>		
Dibujado	Diana Rodríguez	14/10			
Proyecto	Piscina de rehabilitación				
Pieza	Reja	MATERIAL: Acero AISI 316		ESCALA : 1:20	A3





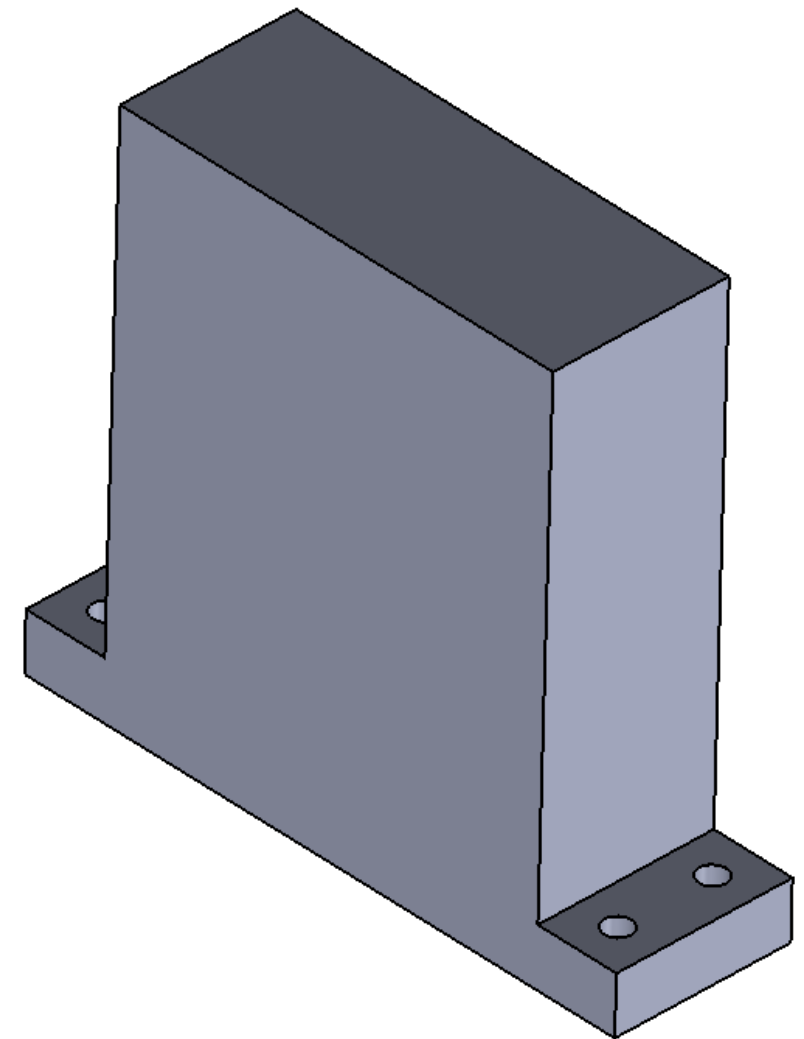
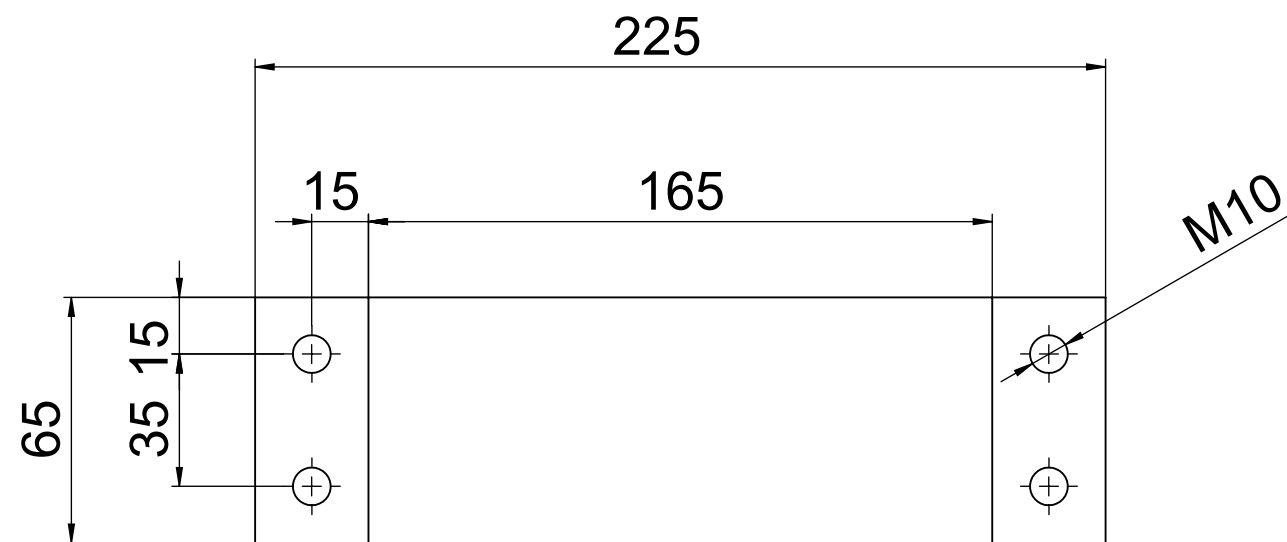
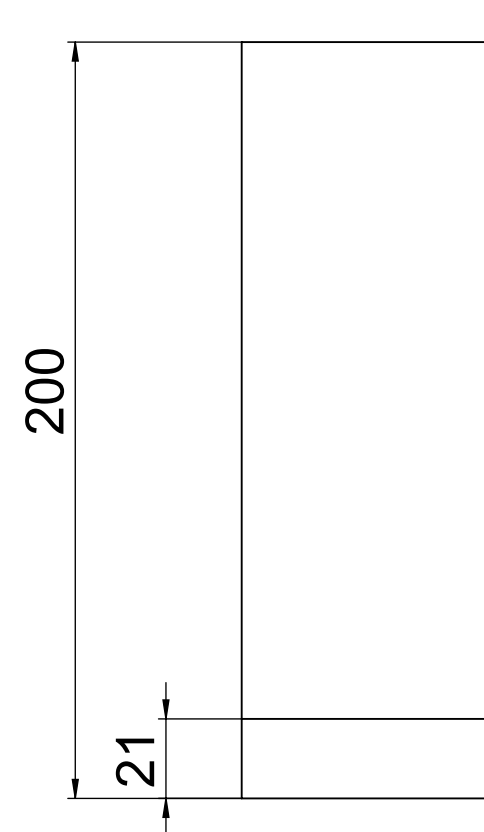
SOLIDWORKS Student Edition.
Solo para uso académico.

	Nombre	Fecha	<div><div>Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria</div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div></div>		
Dibujado	Diana Rodríguez	14/10			
Proyecto	Piscina de rehabilitación				
Pieza Soporte motor salida		MATERIAL: metal maleable	ESCALA : 1:2 en mm		A3





SOLIDWORKS Student Edition.
Solo para uso académico.

	Nombre	Fecha	  Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	
Dibujado	Diana Rodríguez	14/10		
Proyecto	Piscina de rehabilitación			
Pieza soporte motor entrada		MATERIAL: metal maleable	ESCALA : 1:2 en mm	A3



SOLIDWORKS Student Edition.
Solo para uso académico.

	Nombre	Fecha	  <div>Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria</div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>	
Dibujado	Diana Rodríguez	14/10		
Proyecto	Piscina de rehabilitación			
Pieza	soporte cojinete	MATERIAL: metal maleable	ESCALA : 1:2 en mm	A3

Pro-Series™ Side / Pro-Series™ Top



Pro-Series™ Side

Pro-Series™ Top

Eficacia y fiabilidad

- Filtro de polietileno soplado, para una **gran resistencia a las presiones altas (3,5 bar)**
- Cuba fabricada según la norma NSF
- **Gran resistencia a los productos químicos**
- **Resistencia a la intemperie**, puede ser instalado en exterior
- **Mantenimiento del elemento filtrante fácil**, sin desmontar la válvula
- **Crepinas montadas sobre rótula**, para un mantenimiento sencillo
- **Filtración de 40 a 50 micras**

AÑOS DE GARANTÍA

10 5
TANQUE EQUIPOS

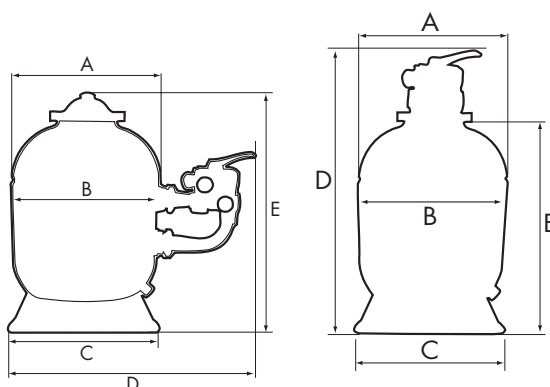

Válvula Vari-Flo™ 6 posiciones



Arena fácilmente accesible gracias al collarín de desmontaje

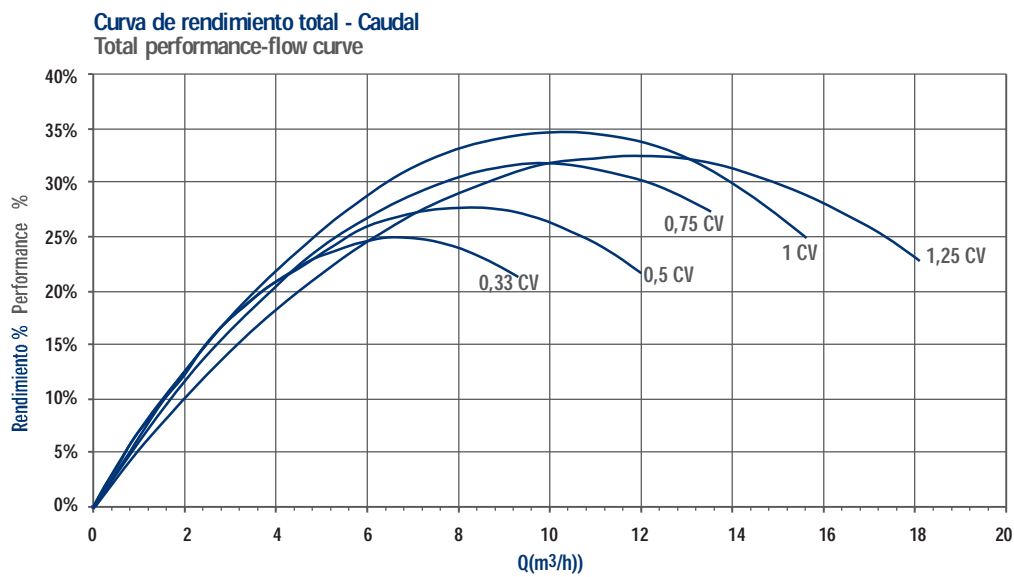
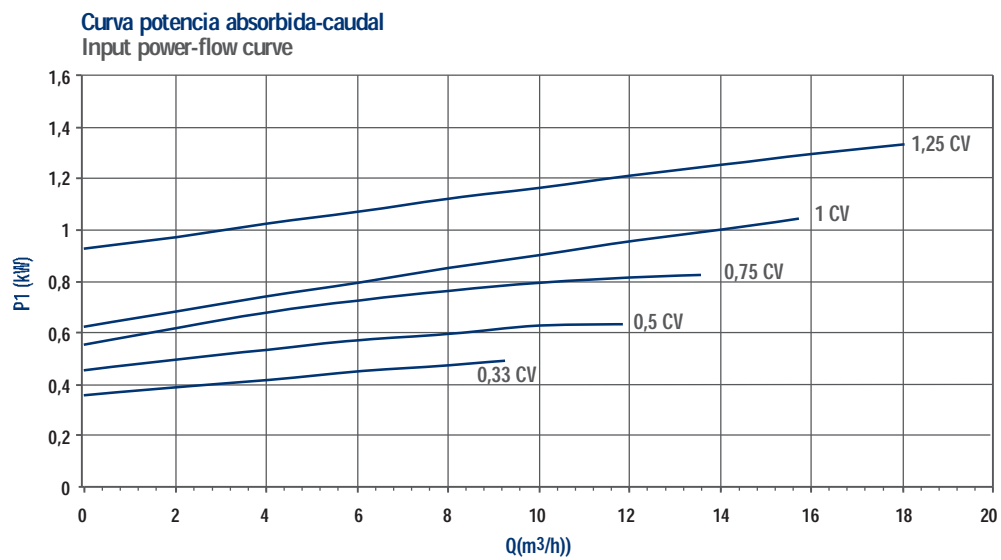
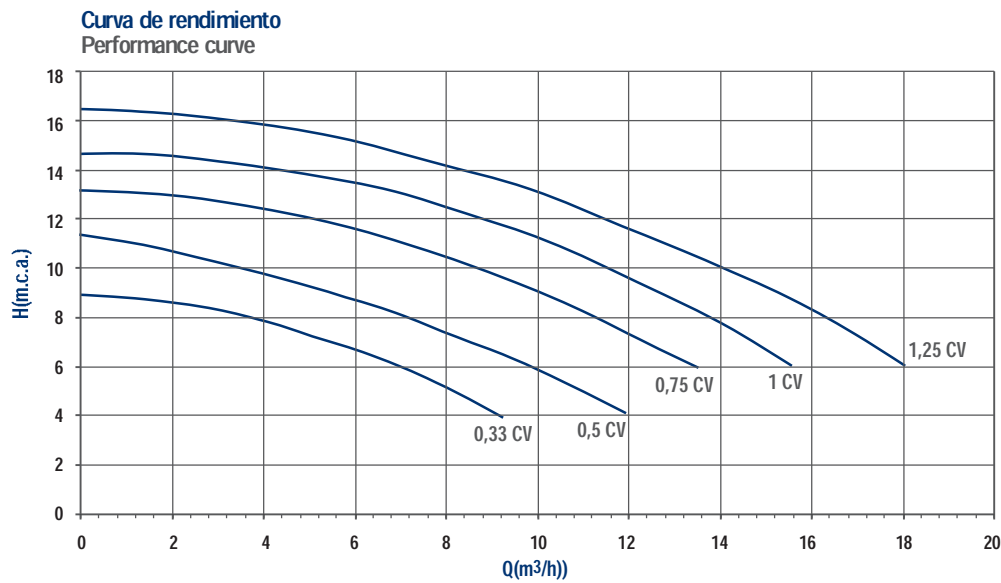


Tubo de desagüe con su tapón, de gran dimensión que sirve como herramienta de desmontaje



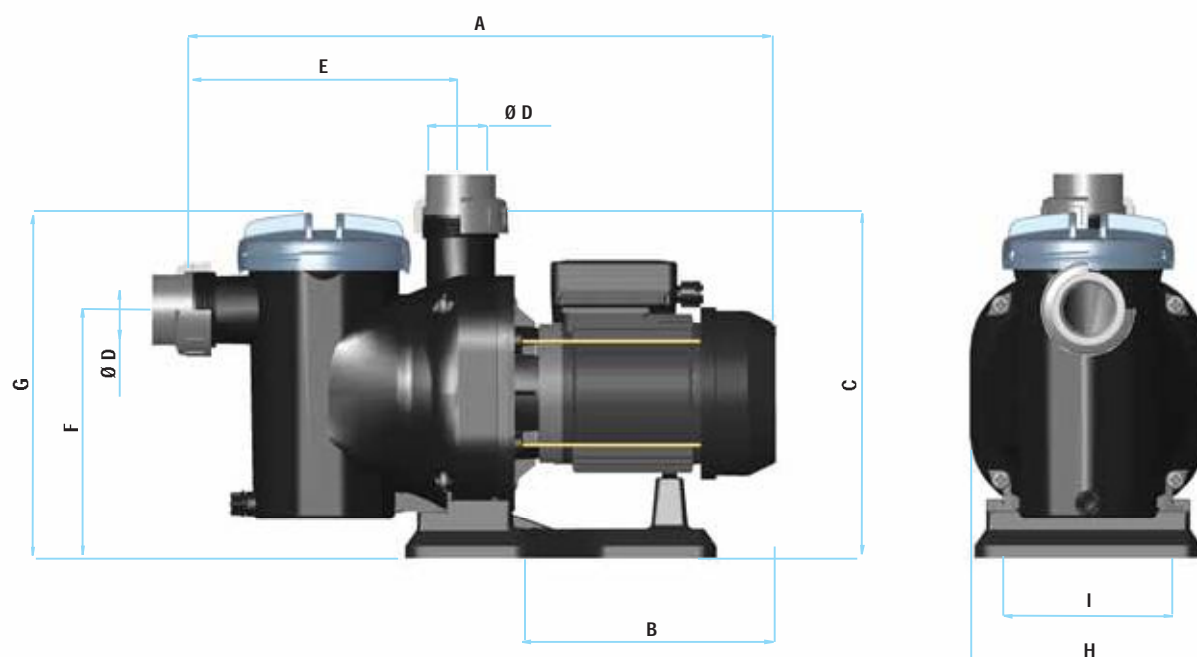
	Caudal*	E/S	Superficie filtrante	Peso al Vacío	Kg Arena	Dimensiones en mm					Ref.
						A	B	C	D	E	
PRO-SERIES™ SIDE	10 m³/h	1" ½	0.20 m²	17 kg	100	510	498	521	825	810	S210SXE
	14 m³/h	1" ½	0.28 m²	24 kg	150	612	594	521	875	920	S244SXE
	22 m³/h	2"	0.45 m²	35 kg	250	762	725	585	1070	1008	S0310SXE
	30 m³/h	2"	0.64 m²	61 kg	350	895	880	585	1230	1147	S0360SXE
PRO-SERIES™ TOP	6 m³/h	1" ½	0.12 m²	12 kg	50	401	391	371	858	598	S166TXE
	10 m³/h	1" ½	0.20 m²	17 kg	100	511	500	521	989	729	S210TXE
	14 m³/h	1" ½	0.28 m²	24 kg	150	612	594	521	1097	837	S244TXE
	22 m³/h	2"	0.45 m²	31 kg	250	762	725	585	1240	934	S0310TXE
	30 m³/h	2"	0.64 m²	61 kg	350	895	880	585	1374	1068	S0360TXE

*Prever una altura suficiente para abrir el filtro (altura libre mínima: 650 mm por encima del filtro).



Datos técnicos

Technical data



Código Code	A	B	C	Ø D	E	F	G	H	I
25461	472,3	191,5	290,5	50	225,5	210,5	296,7	199	142
25462	472,3	191,5	290,5	50	225,5	210,5	296,7	199	142
25463	489	208,2	290,5	50	225,5	210,5	296,7	199	142
25464	489	208,2	290,5	50	225,5	210,5	296,7	199	142
25465	489	208,2	290,5	50	225,5	210,5	296,7	199	142
25466	489	208,2	290,5	50	225,5	210,5	296,7	199	142
25467	489	208,2	290,5	50	225,5	210,5	296,7	199	142
25468	489	208,2	290,5	50	225,5	210,5	296,7	199	142

Medidas en mm
sizes in mm

230 V II 50 Hz	230/400 V III 50 Hz	A			P1 (Kw)		P2 (Kw)		HP	uF	H(m)							
											4	6	8	10	12	14	16	18
		230 V II	230 V III	400 V III	II	III	II	III			Q (m³/h)							
25461	-	2,1	-	-	0,46	-	0,23	-	0,33	12	9,3	7	3,5	-	-	-	-	-
25462	-	2,7	-	-	0,609	-	0,41	-	0,5	12	12	9,6	7,5	4	-	-	-	-
25463	25464	3,5	2,85	1,65	0,79	0,91	0,56	0,62	0,75	14	-	13,5	11,2	8,8	5	-	-	-
25465	25466	4,2	3,4	1,95	0,91	1,14	0,63	0,84	1	16	-	15,6	13,8	11,5	8,8	4,5	-	-
25467	25468	5,4	4,6	2,65	1,19	1,38	0,82	0,97	1,25	16	-	18	16	14	11,8	9	4	-



Nos reservamos el derecho de cambiar total o parcialmente las características de nuestros artículos o contenido de este documento sin previo aviso.
We reserve the right to change all or part of the features of the articles or contents of this document, without prior notice.



ASTRALPOOL

www.astralpool.com



► Bomba de calor para exterior

EVOLine PARA CONTROLAR CON APP



- La forma más económica de alargar la temporada de baño, trabaja hasta 0°C de temperatura de aire.
- Ofrece la mejor relación calidad precio del mercado.
- APP de descarga gratuita para el control remoto de la bomba de calor vía WIFI local.
- Para mantener constante la temperatura del agua ya sea con calor o frío.
- Muy silenciosa, desde 50 dB(A) a 1m de distancia.



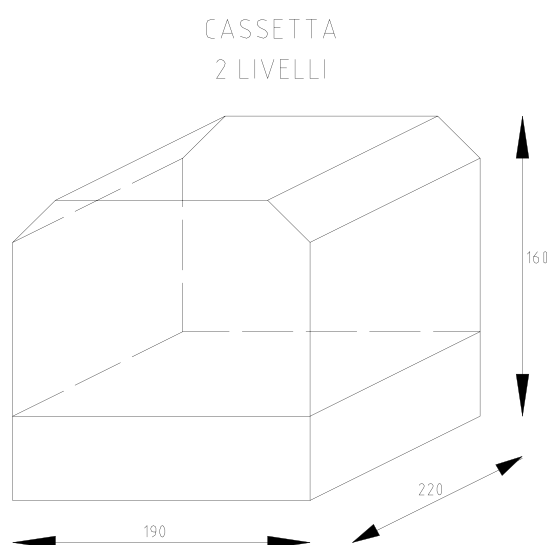
Códigos EVOLine	66069	66070	66071	66072	66073	66074	66075
Volumen piscina aconsejado* [m ³]	12	19	24	30	45	60	90
Potencia [kW] a 24°C temp ambiente	4,8	8,2	9,4	11,6	17,2	22,5	33,1
COP a 24°C temp ambiente	5	5,1	5,3	5,4	5,1	5,4	5,5
Potencia [kW] a 15°C temp ambiente	3,6	6,2	7,1	8,7	12,9	16,9	24,8
COP a 15°C temp ambiente	3,8	3,8	4	4,1	3,8	4,1	4,1

* Valores estimados para mantener el agua de la piscina a 26°C con temperatura ambiente 15°C y cubierta térmica.

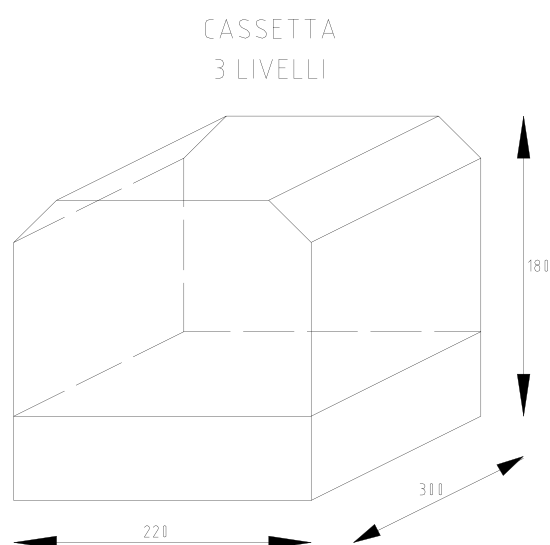


Potencia adsorbida	30 W
Tensión de alimentación	230 V – 50/60 Hz monofásico
Fluctuación de tensión admitida	210 V – 240 V
Nivel de protección	IP56
Peso (mod. 2 niveles)	2 Kg. aprox.
Peso (mod. 3 niveles)	2.5 Kg. aprox.
Temperatura de trabajo de la centralita	- 10° C / + 55° C
Temperatura de trabajo de los detectores	+ 4° C / + 40° C

Dimensiones máximas



CAJA DE DOS NIVELES



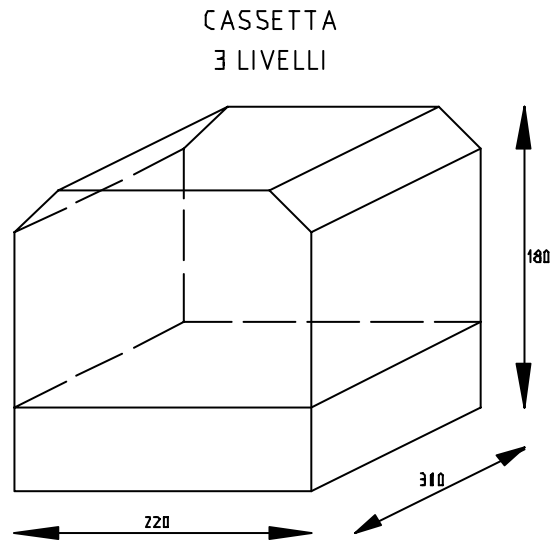
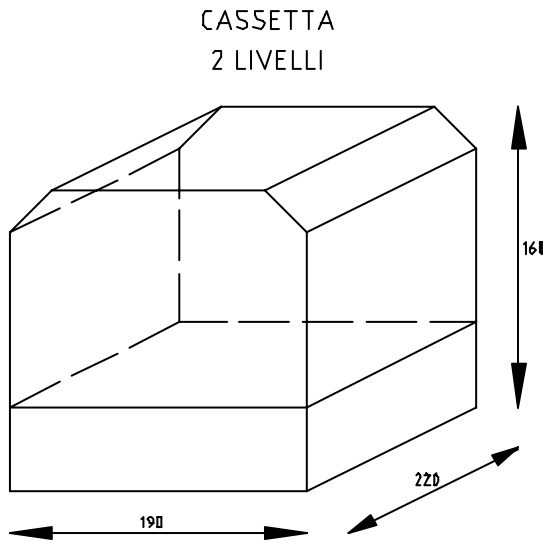
CAJA DE TRES NIVELES

Technical specifications



Adsorbed power	30 W
Supply voltage	230 V – 50/60 Hz one-phase
Admitted voltage fluctuation	210 V – 240 V
Protection level	IP56
Weight (2-level model)	2 Kg. approx.
Weight (3-level model)	2.5 Kg. approx.
Working temperature of the central control	- 10° C / + 55° C
Working temperature of the detectors	+ 4° C / + 40° C

Maximum dimensions



TWO-LEVEL OPERATION BOX

THREE-LEVEL OPERATION BOX

Escaleras para piscinas privadas enterradas

Private inground ladders

Escaleras para piscinas privadas enterradas

La escalera más vendida en todo el mundo, fabricada en tubo de diámetro 43 mm de acero inoxidable, de 500 mm de ancho, con su acabado pulido brillante característico de AstralPool.

Los peldaños son anchos (500 mm), cómodos y seguros. Para cada modelo de escalera se puede elegir entre tres modelos de peldaño diferentes: modelo Luxe de acero inoxidable y plástico antideslizante, peldaño modelo Standard de acero inoxidable y peldaño modelo Plástico. Su cuidado diseño garantiza seguridad contra todo tipo de deslizamientos o posibles cortes. Cada tipo de escalera se puede suministrar de 2, 3, 4 o 5 peldaños.

Cada escalera de suministra con topes inferiores de plástico que descansan en la pared de la piscina sin dañarla así como con anclaje de fijación, previstos para su conexión a una toma equipotencial.

Private inground ladders

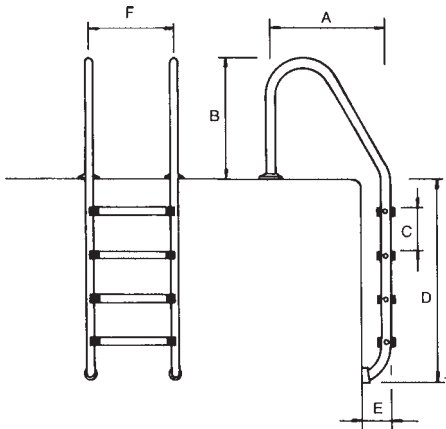
Top-selling ladder worldwide. Manufactured of stainless steel tube with diameter 43 mm, width 500 mm. Standard AstralPool shiny polished finish.

The steps are wide (500 mm), safe and convenient to use. Each ladder design is available in three different styles of treads: stainless steel and slip-resistant plastic Luxe tread, stainless steel Standard tread and Plastic tread manufactured in plastic. The safety design guards against slippage or cuts. Each ladder style can be supplied with 2, 3, 4 or 5 steps.

Comes with plastic stoppers that rest against the pool wall and protect it from damage, as well as with an anchor point, for a grounding connection.

Escaleras con pasamanos modelo "Standard"

Ladders with "Standard" handrail

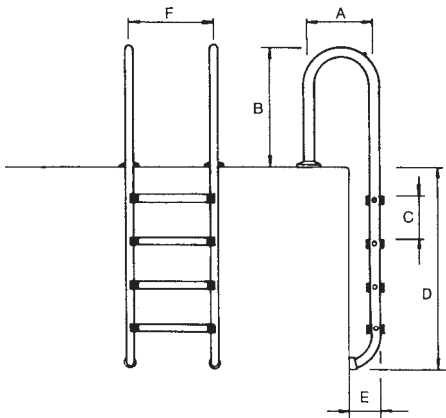


Peldaños Steps	A	B	C	D	E	F
2	650	620	250	710	180	500
3	650	620	250	960	180	500
4	650	620	250	1210	180	500
5	650	620	250	1460	180	500

El código depende del modelo de peldaño elegido.
Code depends on the tread style chosen.

Escaleras con pasamanos modelo "Muro"

Ladders with "Muro" handrail



Peldaños Steps	A	B	C	D	E	F
2	350	620	250	710	180	500
3	350	620	250	960	180	500
4	350	620	250	1210	180	500
5	350	620	250	1460	180	500

El código depende del modelo de peldaño elegido.
Code depends on the tread style chosen.

Rejilla transversal

Transversal grating



Rejilla transversal

Unión mediante cable. (49 unidades por m). Ver accesorios cable de acero y prisionero (última página).

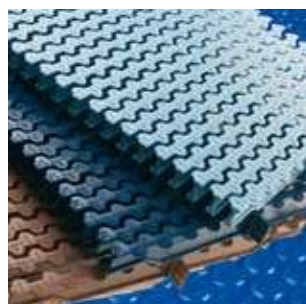
Código Code	h (mm)	Ancho canal (L) (mm) Channel width (L) (mm)	Ancho rejilla (L _r) (mm) Grating width (L _r) (mm)
00212	22	200	195
00213	22	250	245



Placa rejilla transversal

Unión por anclajes macho-hembra de fácil y rápida instalación. (5 unidades = 0,975 m). Certificada por la norma de seguridad EN-13451-1

Código Code	h	Ancho canal (L) (mm) Channel width (L) (mm)	Ancho rejilla (L _r) (mm) Grating width (L _r) (mm)
00217	22	250	245
00218	22	300	295
00219	22	340	335

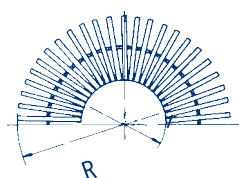
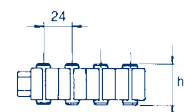


Rejilla transversal para curvas

Gama compuesta por 5 colores. Unión por acoplamiento de ajuste entre módulos. Certificada por la norma de seguridad EN-13451-1. Fabricadas en polipropileno para la protección contra los rayos UV. Módulos reversibles entre sí en el modelo altura 35 mm. (52 unidades por m).



Bajo pedido, pueden realizarse rejillas de otros colores. Para más información, póngase en contacto con su distribuidor AstralPool. Other grating colours can be supplied on request. For further information, please contact your AstralPool distributor.

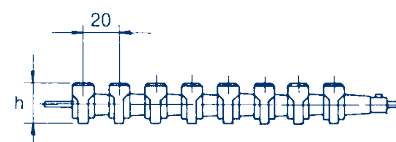


Código Code	h	Ancho canal (L) (mm) Channel width (L) (mm)	Ancho rejilla (L _r) (mm) Grating width (L _r) (mm)	R mm	r mm
34190	22	200	195	645	450
34191	22	250	245	825	580
34192	22	300	295	1055	760
34193	22	340	335	1155	820

Código Code	h	Ancho canal (L) (mm) Channel width (L) (mm)	Ancho rejilla (L _r) (mm) Grating width (L _r) (mm)	R mm	r mm
34194	35	200	195	645	450
34195	35	250	245	825	580
34196	35	300	295	1055	760
34197	35	340	335	1155	820

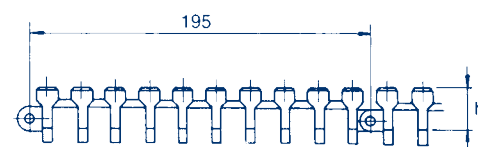
Transversal grating

Clicking with cable. (49 units per m). See the accessories: steel cable and brass locking. (last page)



Transversal grating tile

Snaps together on central spine allowing for flexibility between tiles. (5 units = 0.975 m). Certified with EN-13451-1 safety standards



Transversal grating

The range is comprised of 5 colours. Module connection adjustment system. Certified with EN-13451-1 safety standards. Manufactured in polypropylene guaranteeing protection against UV rays. Modules are reversible in the 35 mm (height) model. (52 units per m).

Color Couleur	Código Code
Blanco standard / Standard white	-
Color marfil / Ivory - RAL 1015	CL90
Marrón oscuro / Dark brown - RAL 8002	CL109
Azul AstralPool / AstralPool blue - RAL 5003	CL60
Azul liner / Liner blue - RAL 5024	CL108



Terminal para placa rejilla longitudinal

Para adaptar a la última placa de cada longitud, en el caso de que fuera necesario cortar.

Código / Code	h mm	Ancho / Width mm
06420	24	195
06421	24	245
06422	24	295
06423	24	345



Kit terminal para placa rejilla longitudinal

Compuesto por placa en inox., terminal en polipropileno y rejilla longitudinal. Para adaptar a la última placa de cada longitud, en el caso de que fuera necesario cortar.

Código / Code	h mm	Ancho / Width mm
16064	24	195
16065	24	245
16066	24	295
16067	24	345

Cable de acero plastificado (Cód.00214).

Cable de acero inoxidable AISI-316 plastificado (Cód. 00215) ambos de Ø 2,5 mm, para unión de módulos.

Prisionero para cable fabricado en latón (Cód. 00216).



Perfil soporte placa rejilla

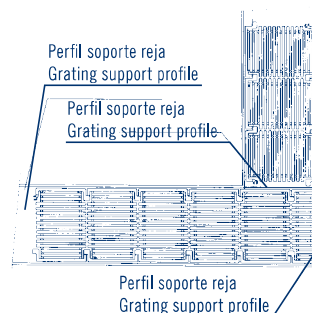
Adaptable a rejillas de 22, 24 y 35 mm de alto. En PP. Suministrado en tiras de 2m. Medidas interiores 24 mm x 37 mm. (Cód. 00224)

End piece for parallel tiles

To finish end tiles should cutting be necessary.

End piece kit for parallel grating corners

Comprising 1 finished half tile & 1 stainless steel grating profile. Used for the last piece of each length, should cutting be necessary.



Plasticized steel cable (Cód.00214).

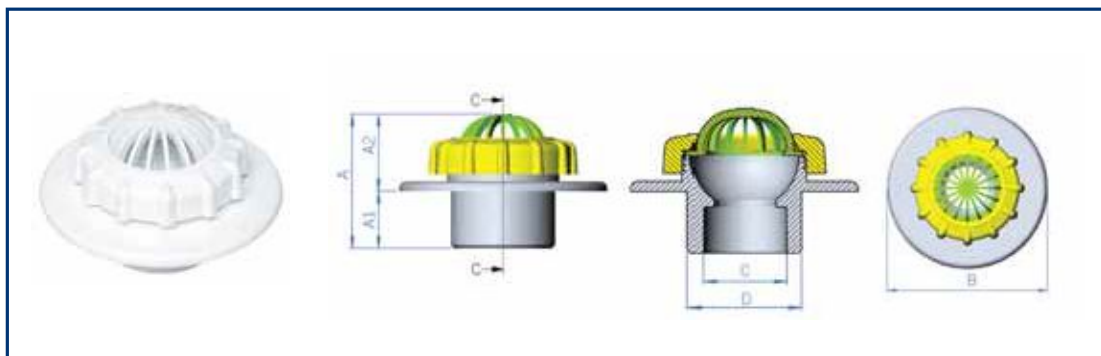
Stainless steel AISI-316 plasticized (Cod. 00215) To link straight modular grating 2.5 mm Ø. **Brass locking** pins for cable (Cod. 00216).

Grating support profile

Suitable for 22, 24 and 35 mm high grating. Made in plastic. Supplied in 2 m lengths. Inside measurement 24 mm x 37 mm. (Cod. 00224)

Nos reservamos el derecho de cambiar total o parcialmente las características de nuestros artículos o el contenido de este documento sin previo aviso.
We reserve the right to change all or part of the features of the articles or contents of this document, without prior notice.





Código / Code	A	ØB	ØC	ØD	A1	A2
24414	56	88	32	44,2	24	32

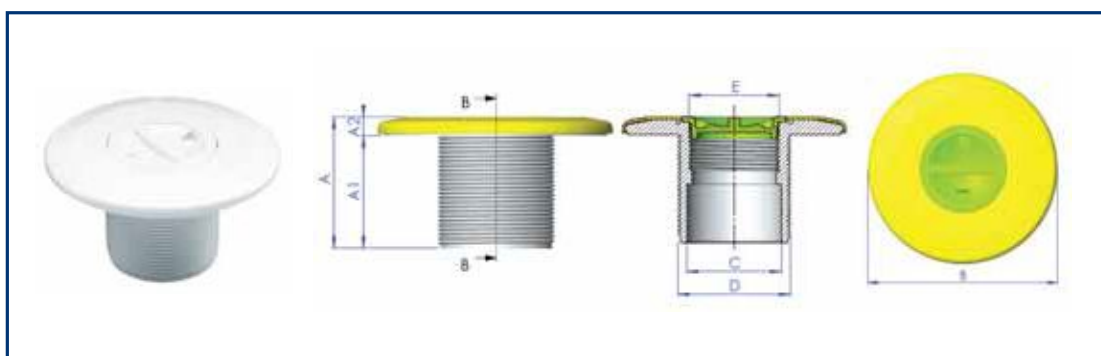


Recomendaciones Dr.Pool

- Caudal máx. recomendado para una velocidad de paso máxima de 4 m/s. Ø14 = 2,2 m³/h, Ø20 = 4,5 m³/h. Ø25 = 7 m³/h.

Tips from Dr. Pool

- Max. flow rate recommended for a maximum velocity of 4 m/s. Ø14 = 2,2 m³/h, Ø20 = 4,5 m³/h. Ø25 = 7 m³/h.

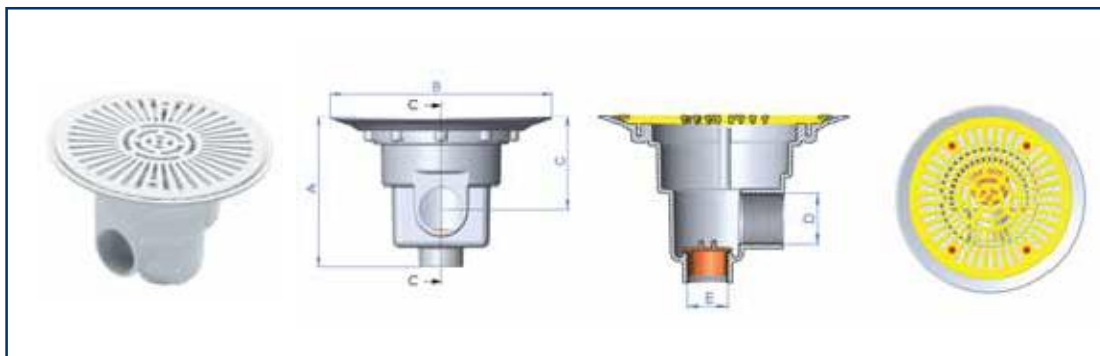


Código / Code	A	A1	A2	ØB	ØC	D
00301	66	57	9	119	50	2" BSP



Código / Code	A	A1	A2	ØB	ØC	D	E
00300	67	57	10	119	50	58,8	1"1/2 BSP

Modelos / Models	Código / Code
Round drain with ABS grille/ Sumidero circular con rejilla ABS	01466/01467
Drain with square ABS grille/ Sumidero con rejilla ABS cuadrado	00258
Round drain with antivortex grille/ Sumidero circular con rejilla antivortex	27837
Round drain with flat grille/ Sumidero circular con rejilla plana	27839



Código / Code	A	ØB	C	D	E
01466	197	292	122	2" BSP	1" 1/2 BSP



Código / Code	A	ØB	C	D
01467	158	183	110	2" BSP



Código / Code	A	B	C	D	E
00258	186	240	240	100	2" BSP